DIE NATURWISSENSCHAFTEN

16. Jahrgang | 27. Januar 1928 | Heft 4

Agrikulturchemische Probleme.

Von F. Honcamp, Rostock.

Unter Agrikulturchemie verstand man ursprünglich nur die Lehre von den Naturgesetzen des Feldbaues. Später hat man diesen Begriff wesentlich weiter gefaßt. Nach der von A. Mayer gegebenen Definition ist die Agrikulturchemie „die Wissenschaft der physischen Erscheinungen, die für das Gedeihen, d. h. in erster Linie für die Ernährung der landwirtschaftlich wichtigen Organismen in Betracht kommen". Agrikulturchemie ist also angewandte Chemie, die sich in engerem Sinne des Wortes vorwiegend mit der Ernährung der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen und Nutztiere auf naturwissenschaftlicher, in Sonderheit chemischer Grundlage befaßt. Da aber die Pflanzenernährung im engsten Zusammenhange mit dem Boden als Medium des pflanzlichen Lebens steht, so gehört die landwirtschaftliche Bodenkunde gleichfalls zum Arbeitsgebiet der Agrikulturchemie. Selbstverständlich sind neben der Chemie mehr oder weniger auch alle anderen naturwissenschaftlichen Disziplinen für die wissenschaftliche Bearbeitung und zur Klärung der für die Landwirtschaft wichtigen Ernährungserscheinungen von Bedeutung. Grundlegend hierfür ist und bleibt aber die Chemie. Sie hat bislang und wird auch in Zukunft einen maßgeblichen Einfluß auf die Entwicklung und weiteren Fortschritte in der Landwirtschaft ausüben. Wie in vielen Zweigen unseres Wirtschaftslebens, so nimmt auch die Chemie heute in der Landwirtschaft eine zeitgeschichtliche Führerstellung ein. Agrikulturchemische Probleme sind also der Lösung harrende wissenschaftliche Fragen aus dem Gebiete der Bodenkunde, sowie der Pflanzen- und Tierernährung im landwirtschaftlichen Sinne. Wie wohl jede Wissenschaft, so hat sich auch die Agrikulturchemie oder landwirtschaftliche Chemie durch Aufstellung immer neuer Probleme und Lösung dieser entwickelt. Die unmittelbare Folge hiervon ist der große Aufschwung, welchen die deutsche Landwirtschaft seit Begründung der Agrikulturchemie durch Justus von Liebig in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts genommen hat.

Die wesentlichste Aufgabe der Landwirtschaft ist die Erzeugung animalischer und vegetabilischer Nahrungsmittel für die menschliche Ernährung. Die Vegetabilien spielen hierbei die Hauptrolle, weil der tierische Organismus hinsichtlich seiner Ernährung ausschließlich auf diese angewiesen ist. Der Herbivor direkt, indem ihm pflanzliche Stoffe als Nahrung dienen, der Karnivor indirekt, weil das Fleisch, welches er verzehrt, auch erst aus pflanzlichen Nahrungsstoffen entstanden ist. Ein Bestehen der Tierwelt ohne die Pflanzenwelt ist daher nicht möglich, denn in der Natur beginnt der Aufbau der organischen Materie in den Pflanzenblättern mit der Verwandlung der Kohlensäure in Zucker und andere Kohlehydrate. Durch Zutritt von Stickstoff-, Phosphor- und Schwefelverbindungen entstehen dann weitere komplizierte organische Stoffe wie namentlich die Proteine und andere mehr. Die Pflanze ist daher maßgebend für das gesamte organische Leben. Der pflanzliche Stoffwechsel stellt einen Assimilations-, Reduktions- oder auch synthetischen Prozeß dar, in welchem hochoxydiertes, kohlenstoffhaltiges Material zu sauerstoffärmeren Verbindungen reduziert wird. Es muß also Sauerstoff austreten, um irgend einen der in der Pflanze vorkommenden organischen Stoffe aus Kohlensäure und Wasser zu erzeugen. Die Fertigfabrikate sind stickstoffhaltige und stickstofffreie organische Substanzen, also Kohlenstoffverbindungen, welche in der Hauptsache aus den Elementen Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, vielfach aber neben Stickstoff auch noch aus anderen Elementen bestehen.

Der *Kohlenstoff* muß als einer jener unentbehrlichen Pflanzennährstoffe angesprochen werden, der in besonders großer Menge benötigt wird. Als Kohlenstoffquelle kommt ausschließlich Kohlendioxyd und für Wasserstoff Wasser in Betracht. Auch der Sauerstoff dürfte einem dieser Rohstoffe oder beiden entstammen. Aus welcher Quelle die Kohlensäure stammt, ist lange Zeit eins der meistumstrittenen Probleme gewesen. Als erster hat wohl Ingen-Housz die atmosphärische Kohlensäure als die wahre Kohlenstoffquelle der Pflanze erkannt. Dieser wies auch darauf hin, daß das Licht jene Kraft ist, welche die zur Erzeugung von organischer Substanz notwendige Arbeit leistet. Aber diese Ansichten vermochten sich in den Kreisen der Landwirtschaft nicht durchzusetzen. Hier galt bis zu Liebigs Zeiten der Humus als die eigentliche Kohlenstoffquelle und der hauptsächlichste Nährstofflieferant für die Pflanze im allgemeinen und die landwirtschaftlichen Kulturpflanzen im besonderen. Liebig brachte die Humustheorie zu Fall und zeigte, daß die in der Luft vorhandene Kohlensäure die Kohlenstoffquelle der grünen Pflanzen bildet. Heute steht fest, daß die Erzeugung organischer Substanz in der grünen Pflanzenzelle aus einem bzw. auch beiden Bestandteilen des Kohlendioxyds und aus der Kraft des Lichtes erfolgt. Eine Erhöhung beider Faktoren oder doch aber eine Steigerung desjenigen, welcher im Minimum vorhan-

den ist, müßte eine gesteigerte Assimilationstätigkeit und somit auch eine vermehrte Produktion an organischer Substanz zur Folge haben. Der Gehalt der Atmosphäre an Kohlensäure ist jedoch nur ein geringer. Er beträgt $^1/_{10}$% vom Gewicht der Luft. Bei einem derartigen Gehalt ist die Kohlensäure normalerweise als Assimilationsfaktor wohl immer im Minimum vorhanden, sicherlich aber bei maximaler Lichtintensität. Denn wenn auch der Kohlensäuregehalt der freien Luft je nach Jahreszeit, Ort, Witterung usw. teilweise gewissen Schwankungen unterworfen sein kann, so ist andererseits der natürliche Kreislauf des Kohlenstoffes eine Art Selbstregulation, die eine ziemliche Konstanz gewährleistet. Es entsteht also die Frage, ob durch eine künstliche Anreicherung der Atmosphäre mit Kohlensäure, also gewissermaßen durch eine Kohlensäuredüngung die Assimilationstätigkeit angeregt und diese wiederum für die Wachstumsprozesse nutzbar gemacht werden kann. Es steht fest, daß eine Erhöhung der verfügbaren Kohlensäuremenge den Ertrag steigert, wenn auch nicht proportional, da mit steigender photosynthetischer Leistung auch eine steigende giftige Wirkung ausgeübt wird, wie die Untersuchungen von H. JANERT gelehrt haben. Daß aber eine mäßige Anreicherung der Luft an Kohlensäure, d. h. eine solche von 0,03 bis auf etwa 0,10 Vol. % keine schädlichen Wirkungen äußert, ist nach anderen Versuchen anzunehmen.

Nun hängt aber die photosynthetische Leistung der grünen Pflanzenzelle nicht nur von der zur Verfügung stehenden Kohlendioxydmenge, sondern auch noch von anderen Faktoren ab und zwar u. a. von der Intensität der verfügbaren Lichtenergie. Demnach kann auch der Wirkungsfaktor des Wachstumsfaktors Kohlensäure nicht als konstant angesehen werden, sondern er ändert sich mit der den Pflanzen zur Verfügung stehenden Lichtintensität. Letztere würde hiernach dafür ausschlaggebend sein, ob mit einer vermehrten Kohlensäurezufuhr auch eine entsprechende Kohlensäureassimilation Hand in Hand geht. Nach den Angaben von E. A. MITSCHERLICH dürften aber im Freien unter unseren klimatischen Verhältnissen bei normalem Kohlensäuregehalt der Luft 95% des durch weitere Kohlenstoffzufuhr erzielbaren Höchstertrages bereits erreicht werden. Somit hätten sich die Pflanzen hinsichtlich der Kohlensäure bereits den gegebenen Verhältnissen angepaßt, d. h. akklimatisiert. Anders werden die Verhältnisse in Glashäusern, Frühbeeten usw. liegen, weil die Lichtintensität hier eine geringere ist. Es erscheint sehr fraglich, ob eine besondere Kohlensäurezufuhr, d. h. auf freiem Felde eine direkte Kohlensäuredüngung durch Abgase aus industriellen Anlagen oder durch gesteigerte Zersetzung organischer Stoffe in Form von Stall- und Gründung, eine wesentliche und vor allen Dingen die Mehrkosten dieser Düngung deckende Ertragssteigerung der Ernte herbeizuführen vermag, ganz abgesehen von den technischen Schwierigkeiten, die hierbei noch zu überwinden sein dürften. Bevor daher der Kohlensäuredung unter den Verhältnissen der landwirtschaftlichen Praxis näher getreten werden kann, ist es notwendig, die einschlägigen Grundfragen der Kohlensäureassimilation zu lösen, d. h. festzustellen, ob und inwieweit auf die Verarbeitung der vorhandenen Kohlendioxydmenge durch die grüne Pflanzenzelle nicht nur die Lichtintensität, sondern auch die Temperatur, die verfügbare Wassermenge und die vorhandene Menge von Chlorophyll usw. von Einfluß sind. Einfacher in der Durchführung und aussichtsvoller dürfte schon heute die Kohlensäuredüngung im Frühbeet und Glashause sowie überhaupt in der Gärtnerei sein. Das Problem der Kohlensäureassimilation aber in seiner praktischen Nutzanwendung auf die Landwirtschaft kann heute noch nicht als gelöst angesehen werden. Ähnlich liegen die Verhältnisse hinsichtlich der Bedeutung der Bodenatmung für die Kohlensäureernährung der Kulturpflanzen, die in Sonderheit auf die den Boden bevölkernden Mikroorganismen und auf die Zersetzung organischer Stoffe, wie Stall- und Gründung, usw. zurückzuführen ist. Während einige Forscher wie E. REINAU, STOKLASA u. a. die Meinung vertreten, daß die aus dem Boden austretende Kohlensäure unmittelbar und in hohem Maße für die Assimilation ausgenutzt werden kann, ergaben Untersuchungen von O. LEMMERMANN, daß jene Kohlensäuremenge, um welche die normale Bodenatmung durch eine Zufuhr von Gründung oder Stalldünger gesteigert werden kann, für die Assimilation der Pflanzen unmittelbar keine besondere praktische Bedeutung hat. Trotzdem ist der Kohlenstoffgehalt eines Bodens an sich von höchster Bedeutung für seinen Fruchtbarkeitszustand. Diesem kommt die gleiche Bedeutung wie dem Kali-, Kalk-, Phosphorsäure- und Stickstoffhaushalt zu.

Über die Bedeutung des Stickstoffes für die pflanzliche und tierische Ernährung dürften heute Unklarheiten nicht mehr bestehen. Den Stickstoff als den charakteristischen Bestandteil des Eiweißes hat man vielfach als den Erhalter alles Lebens bezeichnet. Dagegen sind wir über die biologische Bedeutung der drei anderen Kernnährstoffe noch verhältnismäßig recht wenig unterrichtet. Die Bedeutung des *Kalis* für den Boden und die landwirtschaftlichen Kulturpflanzen hat in letzter Zeit O. NOLTE dargelegt, während O. HAGEMANN die gleiche Fragestellung für den menschlichen und tierischen Organismus zu behandeln versucht hat. Welche Funktionen das Kaliumion bzw. die Kaliverbindungen überhaupt im Pflanzenorganismus ausüben, wissen wir auch heute noch nicht. Wahrscheinlich steht das Kalium in bestimmten Beziehungen zur Bildung und Wanderung der Kohlehydrate, was u. a. auch daraus folgern dürfte, daß man das Kalium in der Pflanze überall mit den Kohlehydraten vergesellschaftet vorfindet. Hiermit steht auch die Tatsache im

Einklang, daß von den landwirtschaftlichen Kulturpflanzen in erster Linie die Massenproduzenten von Kohlehydraten, wie Kartoffeln und Rüben, als besonders kalibedürftig angesprochen werden. Über die physiologische Bedeutung des Kali und seiner Verbindungen für den menschlichen und tierischen Organismus sind unsere Kenntnisse gleichfalls noch recht ungenügende. Ähnlich liegen die Verhältnisse hinsichtlich des *Phosphors* als unentbehrlichen Wachstumsfaktor der Pflanzen. Er soll bei der Bildung der Proteinstoffe notwendig sein, was in Hinsicht auf die häufigere Verkettung des Phosphors mit diesem an und für sich wahrscheinlich ist. Aber auch hier wissen wir nur, daß die Phosphorsäure im Stoffwechsel des pflanzlichen Organismus sowohl als Phosphation, wie auch in Form von Kohlenstoffverbindungen, eine wichtige Rolle spielt. Den großen Bedarf einer ganzen Anzahl von landwirtschaftlichen Kulturpflanzen an Phosphorsäure, der eine regelmäßige Zufuhr hiervon durch phosphorsäurehaltige Düngemittel notwendig macht, können wir uns aber noch nicht erklären. Demgegenüber ist die Bedeutung des Phosphors für den tierischen Organismus schon ohne weiteres dadurch gekennzeichnet, daß das Skelett desselben in der allergrößten Hauptsache aus Phosphor und Kalk besteht. Dagegen ist wiederum die Bedeutung des *Kalkes* für die höhere Pflanze noch ungeklärt. Aus der Tatsache, daß namentlich die blattartigen Organe und auch alle jene Pflanzen, bei denen die Blätter vorzugsweise groß und stark entwickelt sind, reich an Calcium zu sein pflegen, hat man auf ein besonderes ausgeprägtes Kalkbedürfnis der Chlorophyllkörner und auch der Zellkerne geschlossen. Hierauf fußt auch der von O. LOEW aufgestellte Kalkfaktor, d. h. das Verhältnis von CaO: MgO im Ackerboden, welches für blattreiche Gewächse 3: 1, für blattarme Pflanzen, wie z. B. das Getreide wie 1: 1, am günstigsten sein soll. Dieser Behauptung, wonach ein Organ um so mehr Kalk enthalte und einen um so größeren Kalkfaktor besitze, ist jedoch von vielen Seiten auf Grund experimenteller Untersuchungen widersprochen worden. Wenn man also von der Bedeutung, welche die Salze und Salzgemische in physikalisch-chemischer Beziehung für den pflanzlichen und tierischen Organismus besitzen, absieht und zunächst nur die Frage aufwirft, welche bestimmten Aufgaben die eigentlichen Kernnährstoffe für den Stoffwechsel der Pflanze haben, so können wir für den Stickstoff und zum Teil auch für Phosphor und Schwefel deren Unentbehrlichkeit als Bestandteil des Eiweißmoleküls begründen. Das erste nachweisbare Assimilationsprodukt aber ist Stärke. Zur Bildung der letzteren kommt es aber nicht, wenn außer den bereits genannten Elementen Kali, Kalk oder der eine oder andere der unentbehrlichen Pflanzennährstoffe fehlt. Was aber haben diese mit der Erzeugung der doch nur aus den Elementen Kohlenstoff, Sauerstoff und Wasserstoff bestehenden Stärke zu tun. O. NOLTE behilft sich hier mit folgender Erklärung: „Durch die Assimilation von Kohlendioxyd und seiner Reduktion im Sonnenlicht entsteht unter Mitwirkung des Wassers Stärke, ein Vorgang, der eben nur bei Zufuhr von Sonnenstoff vor sich geht und die Grundlage für alle anderen weiteren Umwandlungen im Fette, Eiweißstoffe usw. bildet. Die Antwort kann lauten: Nichts, weil sie nicht darin vorkommen oder Alles, weil ohne sie eben jene Stärkebildung nicht vor sich geht. Ihr Verhalten zur Stärkebildung, der Voraussetzung für alle weiteren Vorgänge aber wird klar, wenn man jene Reduktion des Kohlendioxydes durch Sonnenstoff als einen durch die Gegenwart anderer Stoffe, also auch jener Mineralstoffe beschleunigten ansieht, wenn man sie also nur als Katalysatoren ansieht und ihren späteren teilweisen Eintritt in die Moleküle von Alkaloiden, Bitterstoffen, Chlorophyll, Eiweiß und andere als sekundär und losgelöst von jenen betrachtet. Die Menge der anfallenden Ernte ist bedingt durch den jeweils zur Verfügung stehenden Sonnenstoff und die Eignung des jeweils im System vorhandenen Katalysatorengemisches die Assimilation des Kohlendioxydes durch die Pflanzen zu beschleunigen". Wenn O. NOLTE auf Grund dieser Darlegungen die Auffassung vertritt, daß der Verlauf des Pflanzenwachstums allein durch die Gesamtheit der jeweils im System vorhandenen Stoffe bedingt wird, so kann sich die Agrikulturchemie hiermit nicht ohne weiteres abfinden. Die Anwendung der kali- und phosphorsäurehaltigen Düngemittel ist heute nur eine empirische und sich in der Hauptsache auf Beobachtungen und Erfahrungen stützende. Sie kann zu einer wirtschaftlichen aber erst dann werden, wenn sie sich wissenschaftlich begründen läßt. Hierzu ist es unbedingt erforderlich, nicht nur die Notwendigkeit der einzelnen Nährstoffe, sondern auch ihre biologische Bedeutung zu kennen.

Etwas anders liegen die Verhältnisse beim Kalk. Die Kalkdüngung erfolgt mehr in Hinsicht auf eine Verbesserung der physikalischen Bodenverhältnisse als mit der ausgesprochenen Absicht, den Kalk als Pflanzennährstoff dem Acker einzuverleiben. Der Kalkgehalt eines Bodens bestimmt auch dessen Reaktionsgrad. So unterscheidet man saure, neutrale und alkalische Böden. Eine zahlenmäßige Feststellung des Reaktionsgrades und hiermit eine systematische Beurteilung und Vergleichung der Böden war erst nach Ausbildung entsprechender Untersuchungsmethoden und Verbesserung der Methode der p_H-Messungen möglich. Die p_H-Zahl ist insofern ein etwas abstrakter Ausdruck für die Reaktion, als sie ein durch Übereinkunft festgelegter, zahlenmäßiger Ausdruck gewisser Eigenschaften von Basen und Säuren ist, die sich auf Grund physikalisch-chemischer Vorstellungen auf eine gleiche Formel bringen und mit dem gleichen Maßstab messen lassen. Die p_H-Zahl 7 bedeutet neutral, was unter diesem Wert liegt wird als sauer, was darüber liegt als alkalisch mit der entsprechenden Abstufung be-

zeichnet, so daß $p_H = 3$ als sehr stark sauer und $p_H = 11$ als sehr stark alkalisch angesprochen wird. Da die landwirtschaftlichen Kulturpflanzen im allgemeinen neutral oder doch wenigstens annähernd neutral reagierende Böden bevorzugen, so ist es klar, daß das Pflanzenwachstum um so mehr geschädigt werden muß, je mehr der Reaktionszustand des Bodens sich hiervon entfernt. Unter den Verhältnissen der landwirtschaftlichen Praxis überwiegen heute bei weitem die sauren Böden. Die Bodenacidität beruht auf einer Verarmung der Böden an basischen Stoffen und zwar in erster Linie an Kalk. Diese Kalkverarmung wird bedingt durch Verwitterungen, Auswaschungen sowie durch Entzug seitens der den Boden bewachsenden Pflanzen. Als dritte Ursache bei den Basenverlusten aus dem Boden kommen die künstlichen Düngemittel in Betracht. Hier sind es die sogenannten physiologisch-sauren Düngemittel, wie das Ammonsulfat und die Kalisalze, deren Säuren sich zunächst mit den Carbonaten und Silicaten des Bodens umsetzen und auf diese Weise denselben entkalken, um dann nach Erreichung dieses Zustandes durch ihre Säuren im freien Zustande direkt schädigend zu wirken. Es sind namentlich die Untersuchungen von H. KAPPEN gewesen, welche in die vielfach recht komplizierten Verhältnisse der Bodenacidität Klarheit gebracht haben. Nach H. KAPPEN hat man zwischen vier ihren Wirkungen und ihren Ursachen nach chemisch wie auch pflanzenphysiologisch charakteristisch voneinander verschiedenen Aciditätsformen zu unterscheiden. Es sind dies die aktive oder aktuelle Bodenacidität. Die zweite Aciditätsform der Böden ist die echte Neutralsalzzersetzung und endlich handelt es sich um die hydrolitische und die sog. Austauschacidität. Die beiden letzteren interessieren in erster Linie die Agrikulturchemie, weil die Austauschacidität das Pflanzenwachstum direkt wie indirekt außerordentlich ungünstig beeinflußt. Die hydrolitische Acidität aber ist gewissermaßen der Vorbote der Austauschacidität. Ihr Auftreten kündigt an, daß der Boden im Begriff ist, an basischen Stoffen zu verarmen und demgemäß zu versauern. Es ist daher zur Zeit eine der wichtigsten Aufgaben der Agrikulturchemie die Methoden ausfindig zu machen, mit Hilfe derer die praktische Landwirtschaft schnell und sicher über den jeweiligen Reaktionszustand der Böden und deren Kalkbedürftigkeit aufgeklärt werden kann. Vor allen Dingen kommt es hier darauf an, die Kalkmenge angeben zu können, welche zur Beseitigung einer vorhandenen Bodenacidität erforderlich ist. Eine Überkalkung der Böden muß vermieden werden, weil sie eine alkalische Reaktion bedingt, die für die Pflanzenentwicklung meist noch ungünstiger ist als die saure. Die Beschaffenheit der Bodenreaktion ist maßgebend für die zu ergreifenden Düngungsmaßnahmen und für die Art der anzuwendenden chemischen Kunstdüngemittel. Die agrikulturchemischen Forschungen hinsichtlich der Bodenreaktion sind also in biologischer, chemischer wie physikalischer Hinsicht von der allergrößten Bedeutung für die Fruchtbarkeit und Ertragsfähigkeit der Kulturböden. Es bedarf noch eines genauen Studiums der einschlägigen Verhältnisse u. a. dahingehend, ob die p_H-Zahl konstant ist und ob und inwieweit sie durch Kulturmaßnahmen, durch Witterungseinflüsse usw. beeinflußt wird. Ebenso sind unsere Kenntnisse hinsichtlich der sicheren Grenzen des Kalkbedürfnisses der verschiedenen Kulturböden und der einzelnen Kulturpflanzen noch recht unsichere. Die Erforschung des Bodens als Nährstoffreservoir und als Standort der Pflanze auf biologischer und auf physikalisch-chemischer Grundlage wird für die jetzige und für die nächste Zeit eine der wichtigsten Aufgaben der landwirtschaftlichen Chemie sein.

Eines der ältesten, vielleicht sogar das älteste Problem agrikulturchemischer Forschung ist die Feststellung der *Düngerbedürftigkeit* eines Bodens. Es ist klar, daß bei einem Objekt wie der Boden, der chemisch wie physikalisch so außerordentlich verschiedenartig zusammengesetzt und beschaffen ist, sich diese Frage nach mancherlei Richtung hin behandeln läßt. Der Boden ist ein Gemisch mannigfaltiger chemischer Substanzen von teilweise physikalisch ganz verschiedenartiger Struktur. Die chemische Bodenanalyse, mit Hilfe derer man sich Jahrzehnte hindurch bemüht hat, um zum Ziel zu kommen, hat versagt. Beim Aufschluß und der Extraktion des Bodens mit starken anorganischen Säuren bekommt man wohl die Gesamtsumme aller im Boden vorhandenen Pflanzennährstoffe, aber nicht jene Menge, die für die Pflanze in assimilierbarer Form vorhanden ist. Auch die Behandlung des Bodens mit 1proz. Zitronensäure, mit kohlensäurehaltigem Wasser usw. geben kein unbedingt richtiges Bild über die in einem Boden vorhandenen und für die Pflanze aufnehmbaren Nährstoffmengen. Auch ist die Fähigkeit der einzelnen landwirtschaftlichen Kulturpflanzen, sich die in der Ackerkrume vorhandenen Nährstoffmengen anzueignen, außerordentlich verschieden. Die Bestimmung des Nährstoffgehaltes der Böden hat neuerdings H. NEUBAUER mehr in pflanzenphysiologischem Sinne zu lösen versucht. Als Standardpflanze dient der Roggen, weil dessen Wurzeln nur ein schwaches Lösungsvermögen für die Bodennährstoffe eigen sein soll. Es werden auf 100 g Boden 100 Roggenkörner gesät, so daß die darbenden Wurzeln der Keimpflanzen die aufnehmbaren Nährstoffe des Bodens restlos aufzunehmen versuchen. Nach H. NEUBAUER kann ein Boden als genügend versorgt angesehen werden, wenn der Roggen innerhalb einer Vegetationszeit von 18 Tagen mindestens 24 mg K_2O und 8 mg P_2O_5 aufnimmt. Letztere Zahl ist, soweit sich heute übersehen läßt, wahrscheinlich zu hoch. Auch scheint es zweifelhaft, ob auf diese Weise die Keimpflanzen tatsächlich alle lösbaren Nährstoffe aufnehmen. Es liegen wenigstens Versuche vor, welche

dieses hinsichtlich der Phosphorsäure zweifelhaft erscheinen lassen. Auch die Wahl des Roggens als Standardpflanze ist immerhin etwas einseitig, da andere Pflanzen die Nährstoffe Kali und Phosphorsäure wahrscheinlich in anderer Weise, sicherlich aber in verschiedenen Mengen aufnehmen.

An die Stelle der mehr qualitativ pflanzenphysiologischen NEUBAUER-Analyse hat E. A. MITSCHERLICH eine quantitative zu setzen versucht. Nach diesem Verfahren erfolgt die Feststellung des Düngerbedürfnisses eines Bodens für Kali, Phosphorsäure und Stickstoff in Vegetationsgefäßen, wobei dem zu untersuchenden Boden nach dem Prinzip der Mangeldüngungsversuche noch die entsprechenden Düngergemische zugesetzt werden. Als Versuchspflanze dient Hafer. Besteht nun in einem Boden Mangel an einem Nährstoff, so wird durch die Zufuhr dieses Nährstoffes der Ertrag gesteigert. Auch wird durch die Zufuhr einer bestimmten Nährstoffmenge die herbeigeführte Ertragssteigerung um so größer sein, je steigerungsfähiger die Ernte auf dem betreffenden Boden noch ist, d. h. je mehr noch zur Erzielung des Höchstertrages fehlt. Auf Grund der mit den Gefäßversuchen erzielten prozentualen Ernteerträge und mit Hilfe jenes durch zahlreiche Feldversuche bestätigten Wirkungsgesetzes der Wachstumsfaktoren berechnet dann E. A. MITSCHERLICH den in der Flächeneinheit enthaltenen Kali-, Phosphorsäure- und Stickstoffvorrat. E. A. MITSCHERLICH geht hierbei von der Voraussetzung aus, daß die Wirkung der einzelnen Wachstumsfaktoren wie Licht, Nährstoffe usw. nicht nur für dieselbe Pflanze, sondern überhaupt für alle Pflanzen und auch bei verschiedenen Bedingungen konstant ist. Die Methode MITSCHERLICH zur Feststellung des Düngerbedürfnisses eines Bodens ist also darauf aufgebaut, daß der einmal festgestellte Wirkungswert eines Pflanzennährstoffes eine für alle Verhältnisse konstant und exakt festgelegte Größe darstellt. Gegen diese Anschauung haben sich nachdrücklichst verschiedene namhafte Forscher gewandt, so M. GERLACH, A. RIPPEL, TH. PFEIFFER u. a. Nach ihnen ist vielmehr die Veränderlichkeit der Konstanten als sicher anzunehmen. Der Streit der Meinungen hierüber ist noch in vollem Gange. Es muß also auch hier noch weiteren Forschungen vorbehalten bleiben, völlige Klarheit zu schaffen.

Handelt es sich bei den Methoden MITSCHERLICH und NEUBAUER vorwiegend um die Bestimmung der Düngerbedürftigkeit von landwirtschaftlichen Kulturböden überhaupt, so hat man hinsichtlich der Wiesenböden auf Grund des Gehaltes der Dürrfutterasche an Kali und Phosphorsäure zu dem gleichen Ziele zu gelangen versucht. Man hat also auch hier die Pflanze selbst als Indikator für den Nährstoffgehalt eines Bodens zu verwenden versucht. Aus dem Gehalt der Ernteprodukte an Kali und Phosphorsäure soll dann gefolgert werden, ob ein Boden arm oder reich hieran ist. Die von verschiedenen Forschern hierfür aufgestellten Grenzwerte stimmen nicht immer überein, so daß diese Zahlen auch nur in extremen Fällen gewisse Anhaltspunkte geben können. Aber auch sonst läßt sich gegen dieses Verfahren vor allen Dingen der Einwand erheben, daß die Aufnahme der Nährstoffe nicht parallel mit der Bildung von Pflanzenmasse erfolgen dürfte. So ergibt sich, daß alles rastlose Arbeiten und Streben in der Agrikulturchemie eines der wichtigsten Probleme zu lösen, nämlich die Ermittlung des Gehaltes eines Bodens an aufnehmbaren Pflanzennährstoffen, bislang zu einem vollen Erfolg noch nicht geführt hat. „Die chemischen Methoden, so urteilt O. NOLTE, haben alle den Nachteil, daß sich bei ihnen die Lösung der Stoffe zwischen toten Stoffen abspielt, während wir vom Wachstum der Pflanzen wissen, daß hier Streckungen und Wirkungen der Wachstumsstoffe, Anpassungen an die Lebensbedingungen stattfinden, insbesondere wenn neue durch die übliche Düngung zugeführt werden. Am ehesten scheinen die chemischen Methoden noch Aussicht zu haben für die Bestimmung der Phosphorsäurebedürftigkeit, weil die Aufnahme dieses Stoffes durch die Pflanzen ziemlich gleichmäßig bleibt, da sie vermutlich größtenteils aus den festen Teilchen stattfindet, und der Gehalt der Bodenlösung an Phosphorsäure in der Regel nur geringen Schwankungen unterworfen ist. In Bezug auf die anderen üblichen Düngerstoffe liegen diese Verfahren schon hoffnungsloser, insbesondere für den Stickstoff". Aber auch die verschiedenen physiologischen Methoden halten in mancher Beziehung einer Kritik noch nicht stand. Sie können uns für die Düngerbedürftigkeit eines Bodens wohl gewisse Anhaltspunkte geben, deren richtige Deutung für die allgemeine Landwirtschaft mehr Erfahrungs- und Gefühlssache ist, aber sie lassen sich wissenschaftlich bislang noch nicht feststehend begründen. Und doch ist die exakte Lösung des Problems, ob und an welchen Pflanzennährstoffen ein Boden Mangel leidet, von der allergrößten Bedeutung für die praktische Landwirtschaft. Erst hiermit wird die unerläßliche Voraussetzung für eine richtige und vor allen Dingen wirtschaftliche Anwendung der chemischen Kunstdüngemittel geschaffen. Bodenkunde und Pflanzenernährung im agrikulturchemischen Sinne sind die Grundlagen des Acker- und Pflanzenbaues, die ihrerseits allein die Nahrungsstoffe für Mensch und Tier zu liefern vermögen.

Der tierische Organismus ist hinsichtlich seiner Ernährung, abgesehen von geringen Mengen an Mineralstoffen, ausschließlich auf die von der Pflanze erzeugten Nährstoffe wie Eiweiß, Fett, Stärke, Zucker usw. angewiesen. Diese werden im Tierkörper zu einfachen Verbindungen abgebaut und in Form von Kohlensäure, Harnstoff usw. wieder ausgeschieden. Der tierische Organismus zerstört also die von der Pflanze gebildete organische Substanz und verbraucht die in dieser aufgespeicherten Spannkraft zur Er-

zeugung von lebendiger Kraft. Der Energiewechsel der Pflanze verbraucht umgekehrt lebendige Kraft und erzeugt Spannkraft. Im chemischen Sinne ist der tierische Stoffwechsel im Gegensatz zu dem synthetischen Prozeß der Pflanzenproduktion ein Oxydations-, Dissimilations- oder analytischer Prozeß. Der Kraft- und Stoffwechsel des tierischen Organismus ist also ein entgegengesetzter wie jener der Pflanze. Die Agrikulturchemie hat in bezug auf die Ernährung des landwirtschaftlichen Nutzviehes die Mittel und Wege zu weisen, vermittels derer des Nutzvieh am besten und ehesten seiner Aufgabe als Gespanntier Arbeit zu leisten und als Nährstofflieferant Fett, Fleisch, Milch usw. zu erzeugen gerecht wird. Hierzu ist in erster Linie erforderlich, die Zusammensetzung und Verdaulichkeit der verschiedensten Futtermittel und die Verwertung der einzelnen Nährstoffe im Tierkörper zu erforschen. Erst die Kenntnisse aller Grundgesetze der tierischen Ernährung zusammen mit jener über die Bewertung der einzelnen Nährstoffe in den verschiedenen Futtermitteln schaffen die Unterlagen für eine rationelle Fütterung der Nutztiere unter den Verhältnissen der landwirtschaftlichen Praxis. Hierfür hat die Agrikulturchemie die wissenschaftliche Begründung zu liefern.

Drei Probleme sind es, welche heute die tierische Ernährungslehre insbesondere beschäftigen, nämlich die biologische Wertigkeit der Eiweißstoffe, die Vitamine und der Mineralstoffwechsel. Wahrscheinlich sind alle drei Fragen in ihren gegenseitigen Auswirkungen eng miteinander verknüpft. Die grundlegenden Untersuchungen von E. FISCHER haben uns zuerst einen tieferen Einblick in den Aufbau und die Konstitution der *Eiweißkörper* gebracht. Sie lassen hinsichtlich ihres Aufbaues und ihrer Zusammensetzung aus den verschiedenen Aminosäuren eine außerordentliche Mannigfaltigkeit erkennen, die wiederum auch durch eine Verschiedenartigkeit in ernährungsphysiologischer Beziehung zum Ausdruck kommt. Die Frage nach dem Eiweißbedarf wird daher bei der Fütterung des landwirtschaftlichen Nutzviehes nicht allein durch die Menge, sondern auch durch die Güte des Futtereiweißes, d. h. durch dessen biologische Wertigkeit bedingt. Diese hinsichtlich der Eiweißstoffe in den verschiedenen Futtermitteln zu erforschen, ist daher heute ein wichtiges Problem. Daß tierische Futterstoffe wie Milch und Molkereiabfälle, Fleisch- und Fischmehl, Blut- und Tierkörpermehl als arteigenes Eiweiß sich am ehesten, jedenfalls aber besser als pflanzliches Eiweiß zum Aufbau von Körpereiweiß eignen würde, war von vornherein zu erwarten und ist auch für das landwirtschaftliche Nutzvieh in der Tat mehr oder weniger bestätigt worden. Dagegen sind wir bezüglich der Wertigkeit der pflanzlichen Eiweißstoffe noch verhältnismäßig recht wenig aufgeklärt. Fest steht bislang eigentlich nur, daß die Eiweißstoffe fast aller Getreide- und Leguminosenkörner sowohl für die Ernährung von jungen, noch im Wachstum begriffenen Tieren wie auch für die des Milchviehs biologisch nicht vollwertig sind. Da diese Körnerfrüchte und ihre bei der Verarbeitung auf menschliche Nahrungsstoffe anfallenden Produkte aber schon aus rein wirtschaftlichen Gründen in ausgedehntem Maße zur Verfütterung gelangen müssen, so wird es sich hier darum handeln, festzustellen, wie die unterwertigen Eiweißstoffe dieser Futtermittel in zweckmäßigster Weise durch besonders vollwertige, wie z. B. die Ölkuchen, zu ergänzen sind.

Mit der Frage nach der ernährungsphysiologischen Bedeutung der verschiedenen Eiweißstoffe steht eine weitere im engen Zusammenhange, nämlich die der eiweißersparenden oder eiweißersetzenden Wirkung der stickstoffhaltigen Stoffe nichteiweißartiger Natur. Letztere finden sich in gewissen pflanzlichen Futterstoffen oft in beträchtlichen Mengen vor. Sofern alle zum Bau des Eiweißmoleküles benötigten Aminosäuren in einem entsprechenden Mischungsverhältnis vorhanden sind, steht selbstverständlich einer Eiweißsynthese hieraus nichts im Wege. Wenn beim Wiederkäuer auch einzelne Amidverbindungen unter gewissen Voraussetzungen eiweißersparend zum Teil auch direkt eiweißersetzend wirken konnten, so erklärt man diese Erscheinung in der Weise, daß die in den Vormägen hausenden Bakterien aus gewissen Amiden und leicht löslichen Kohlehydraten direkt eine Eiweißsynthese vollziehen können. Nach dem Absterben der Bakterien soll dann das Bakterieneiweiß resorbiert werden. Daß z. B. die Pansenbakterien bei der eiweißersparenden Wirkung der stickstoffhaltigen Verbindungen nichteiweißartiger Natur eine Rolle spielen, geht aus Untersuchungen von G. FINGERLING hervor. Dieser konnte bei jungen Saugkälbern, deren Pansen noch nicht ausgebildet war, zunächst eine Wirkung der verfütterten Amide und Ammonsalze nicht feststellen. Dagegen trat eine eiweißersparende Wirkung in Erscheinung, als denselben Kälbern später nochmals nach Ausbildung des Pansens Ammonsalze gereicht wurden. Auch ist die Fähigkeit gewisser Bakterienarten, Amide in Eiweiß umzuwandeln, experimentell festgestellt worden. Nach neueren Untersuchungen handelt es sich nun bei den im Verdauungstraktus der Wiederkäuer vorkommenden einzelligen Lebewesen nicht nur um Bakterien, sondern im gleichen, wahrscheinlich aber sogar größerem Umfange auch um ziliate Infusorien. Nach den Untersuchungen von C. SCHWARZ sind in 100 kg frischen Panseninhaltes etwa 2,79 kg Mikroorganismen mit einer in ihrem Protoplasma aufgespeicherten Stickstoffmenge von 41 g entsprechend 256 g Eiweiß vorhanden, welch letzteres nach W. VÖLTZ zu 80—90% verdaulich ist. Es wäre somit in dem im Pansen eines Rindes vorhandenen Mikroorganismen eine Eiweißmenge aufgestapelt, welche sehr wohl bei der Deckung des Eiweißbedarfes in Betracht gezogen werden könnte. Nach den SCHWARZschen Versuchsergebnissen kommt hierbei in ernährungsphysiologischer Bedeutung den Infusorien eine besondere Rolle und

Wichtigkeit zu. Hier setzen nun erfolgreich die neueren Untersuchungen von E. MANGOLD und H. J. TRIER ein. Diese konnten nachweisen, daß sich im Pansen eine Masse von Infusorien dann vorfindet, wenn dieser zum Teil recht mannigfaltigen Magenfauna eine zusagende Nahrung geboten wird. Hierzu gehören besonders alle grünen, unter dem direkten Einfluß des Sonnenlichtes gewachsenen Futterstoffe. Neben grünen Futterstoffen sind zu einer üppigen Ernährung der Panseninfusorien stärkemehlhaltige Futterstoffe erforderlich, während die meisten Zuckerarten keine geeignete Kohlehydratquelle für die Eiweißsynthese der Pansenmikroorganismen zu sein scheinen. Auch tierisches Eiweiß vermögen die Panseninfusorien nicht zu verarbeiten. Inwieweit dieses auch für pflanzliches Eiweiß zutrifft, bedarf noch der Klarstellung. Die Frage über die Verwertbarkeit stickstoffhaltiger Verbindungen nichteiweißartiger Natur als direkte Eiweißquelle oder als solche über den Umweg des Mikroorganismeneiweißes ist für die Ernährung des landwirtschaftlichen Nutztieres von der allergrößten Bedeutung. Gelingt es ferner auch so einfach konstituierte Amide, wie den Harnstoff, das Amid der Kohlensäure und ebenso die Ammoniaksalze organischer Säuren im gleichen Sinne der Ernährung des Pflanzenfressers und in Sonderheit des Wiederkäuers nutzbar zu machen, so würde hiermit eine praktische Verwertung des gebundenen Luftstickstoffes zur Bildung von tierischem Eiweiß durchaus in dem Bereich der Möglichkeit liegen. Solange aber auf diesem Gebiete noch so unklare Verhältnisse wie gegenwärtig bestehen, wird die Erzeugung von tierischem Eiweiß vorläufig immer noch an den bislang üblichen indirekten Weg über die grüne Pflanze gebunden sein. Erst eine gründliche Erforschung und Kenntnis der Verhältnisse der gesamten Pansenmikroorganismen — Flora und Fauna — zu ihren Wirtstieren und der sich hierbei abspielenden Stoffwechselvorgänge werden die Grundlagen für eine praktische Nutzanwendung hinsichtlich der Ernährung der landwirtschaftlichen Nutztiere abgeben.

Die Bedeutung der *Vitamine*, auch als Nutramine, accessorische Nährstoffe oder Ergänzungsstoffe bezeichnet, für die Ernährung dürfte heute bereits weiten Kreisen hinreichend bekannt sein. Über die Entstehung und chemische Struktur der Vitamine wissen wir noch wenig. Wahrscheinlich ist nur die Pflanze unter dem Einfluß des Sonnenlichtes in der Lage, diese Stoffe zu bilden. Vereinzelt wird sogar angenommen, daß auch die Pflanze diese Stoffe nicht oder doch nur teilweise selber zu bilden vermag, sondern daß sie dieselben wie die anorganischen Nährstoffe dem Ackerboden entnimmt, in welchem sie unter dem Einfluß von Bodenbakterien gebildet werden sollen. Ein dauerndes Fehlen der Vitamine in der Nahrung ruft Mangelkrankheiten oder Avitaminosen hervor. Letzterer Umstand zusammen mit der Tatsache, daß vorwiegend die grünen Pflanzen die eigentlichen Vitaminlieferanten sind, kennzeichnet die große Bedeutung, welche der Verfütterung von vitaminreichenFutterstoffen an das landwirtschaftliche Nutzvieh und in Sonderheit an das Milchvieh zukommt. Die ersten Untersuchungen hierüber verdanken wir u. a. A. SCHEUNERT, doch ist die Zahl der nach dieser Richtung hin untersuchten Futterstoffe noch sehr gering. Weitere umfangreiche Versuche werden zur weiteren Klärung dieser Frage noch notwendig sein. Hierbei wird die Chemie und Physiologie einer weitgehenden Mitarbeit der Physik nicht entraten können, wie die epochemachenden Untersuchungen von A. WINDAUS in deutlicher Weise gezeigt haben. Diesem gelang es in Gemeinschaft mit R. POHL das D-Vitaminproblem zu lösen. Durch Bestrahlung konnte aus einem Provitamin ein antirachitisches Vitamin, nämlich das D-Vitamin, erzeugt werden. Nach den Untersuchungen von A. WINDAUS sind jedoch die kristallisierten Sterine des Pflanzen- und Tierreiches entgegen den bisherigen Anschauungen nicht das antirachitische Provitamin. Als solches ist vielmehr nach A. WINDAUS das Ergosterin oder doch wenigstens ein Sterin anzusehen, welches in seinem Absorptionspektrum und in seinen physiologischen Wirkungen völlig mit dem Ergosterin übereinstimmt. Hiermit ist es gelungen, wenigstens ein Vitamin in chemisch meßbaren Mengen zu erfassen und ebenso seine chemische Natur aufzuklären.

Die Tatsache, daß durch Bestrahlung mit der Quarzquecksilberlampe das antirachitisch wirkende Vitamin D erzeugt werden kann, muß logischerweise zur Prüfung der Frage führen, ob künstliches ultraviolettes Licht auch den D-Vitamingehalt der Milch beeinflussen kann. Daß zunächst die Fütterung der Milchtiere hierauf einen Einfluß hat, ergab sich aus der Tatsache, daß die Verfütterung von frischem grünen Gras ein Ansteigen der antirachitischen Wirksamkeit zur Folge hatte. Noch günstigere Erfolge wurden nach dieser Richtung erzielt, wenn die Kuh gleichzeitig auch auf Weide ging, also der Sonnenbestrahlung ausgesetzt war. Ob und inwieweit nun eine solche Sonnenbestrahlung durch eine Ultraviolettbestrahlung den D-Vitamingehalt der von den so behandelten Kühen sezernierten Milch erzeugen kann, haben W. VÖLTZ und Mitarbeiter zu ermitteln versucht. Sie konnten feststellen, daß die Milch einer mit der Quecksilberlampe bestrahlten Kuh im Rattenversuch stark antirachitisch wirksam war, während sich die Milch einer im Stall gehaltenen und mit normalem Futter ernährten, aber unbestrahlten Kuh als antirachitisch unwirksam erwies. Als man nunmehr aber einen Schritt weiterging und die Milch direkt bestrahlte, erhielt man zwar auch eine antirachitisch wirksame Milch, zerstörte hierdurch aber gleichzeitig zwei andere lebenswichtige Ergänzungsstoffe, nämlich die Vitamine A und C. Hiernach steht fest, daß für die Anreicherung der Milch an dem antirachitischen D-Vitamin durch künstliches ultraviolettes Licht

nur die Bestrahlung der Milchtiere, nicht aber eine direkte Bestrahlung der Milch in Frage kommen kann. Der ganze Fragenkomplex hinsichtlich des Bedarfes der landwirtschaftlichen Nutztiere an Vitaminen und der Erfordernisse für die Produktion einer vitaminreichen Milch ist kürzlich von M. SCHIEBLICH eingehend erörtert worden. Aus den zusammenfassenden Darlegungen aller einschlägigen Untersuchungen geht klar die große praktische Bedeutung der Vitamine für die Ernährung des landwirtschaftlichen Nutzviehes und für die Produktion einer vitaminreichen Milch hervor. Letzterer Umstand ist in Anbetracht der Bedeutung der Milch als wichtiges menschliches Nahrungsmittel im allgemeinen und als solches der Kinderernährung im besonderen von großer Wichtigkeit. Der Lösung aller hier auftauchenden Probleme kommt also auch ein großes volkswirtschaftliches Interesse zu.

Aus den zuletzt gemachten Ausführungen dürfte schon hervorgehen, daß mit der Vitaminfrage auch der ganze *Mineralstoffwechsel* in einem mehr oder weniger engen Zusammenhange steht. Rachitis wird keinesfalls allein durch einen Mangel an Kalk und Phosphorsäure bedingt. Sie kann auch bei einem Überschuß hieran eintreten, wenn es am Vitamin D mangelt. Speziell bei der Fütterung der Ferkel ist es gelungen, die Rachitis durch Beifütterung von Fischmehl ganz wesentlich einzuschränken. Bei der günstigen Wirkung des Fischmehles sind wahrscheinlich mehrere Faktoren beteiligt. Einmal der hohe Gehalt des Fischmehles an phosphorsaurem Kalk, ferner die hohe Wertigkeit des Fischmehleiweißes und wahrscheinlich auch der Vitamingehalt des Fischfettes. Die beiden letzten Faktoren werden jedoch von manchen Forschern als nicht prominent zur Verhütung von Rachitis angesprochen. Ebenso wie wiederum andere der Ansicht sind, daß die Rachitis nicht allein als eine sog. Avitaminose anzusprechen ist. Die Verhältnisse bedürfen hier jedenfalls noch einer definitiven Klärung. Große Bedeutung kommt dem Mineralstoffwechsel in Sonderheit beim Milchvieh zu, weil sehr milchergiebige Tiere in der Regel mit der Milch mehr anorganische Bestandteile und namentlich mehr Phosphorsäure und Kalk ausscheiden als sie im Futter aufnehmen bzw. aus demselben zu resorbieren vermögen. Die Kuh muß in diesem Falle von ihren Körper, d. h. in der Hauptsache von ihrer Skelettsubstanz zuschießen. Je mehr daher die Tierzucht darauf hinausgeht, Tiere mit hohen Milchleistungen zu züchten, desto mehr muß es Aufgabe des Agrikulturchemikers sein, hinsichtlich der Fütterung solcher Tiere Mittel und Wege zu weisen, mit Hilfe derer die Ansprüche des tierischen Organismus an organischen wie auch an anorganischen Nährstoffen vollauf gedeckt werden. Da auch mit der Fortpflanzung der Mineralstoffwechsel im engen Zusammenhange zu stehen scheint, so gewinnt die Frage, wie der Bedarf des heutigen hochgezüchteten Nutzviehes an Mineralstoffen am zweckmäßigsten zu decken ist, besonders an Bedeutung. In erster Linie soll dies durch die natürlichen Futterstoffe geschehen. Die über den Aschengehalt dieser z. Z. vorliegenden Angaben sind als veraltet anzusehen, da die Verwendung von künstlichen Düngemitteln und der Anbau hochgezüchteter Sorten und auch die heutige Kultur hier wahrscheinlich wesentliche Änderung hervorgerufen hat. Eine systematische Untersuchung der gebräuchlichsten Futterstoffe auf ihren Gehalt an Mineralstoffen ist daher eine dringende Notwendigkeit, der sich die Agrikulturchemie nicht verschließen darf. Die anorganischen Bestandteile, welche die Pflanze zu ihrem Lebensprozeß und zum Aufbau ihrer Organe bedarf, sind also nicht nur für diese selbst eine lebenswichtige Notwendigkeit, sondern auch für den tierischen Organismus, der hinsichtlich seiner Ernährung vollkommen auf die in den Vegetabilien gebildeten und enthaltenen Nährstoffen und zwar auch jener anorganischen Natur angewiesen ist. Aber nicht nur zum Aufbau des pflanzlichen und tierischen Organismus, d. h. zu gewissen Sonderwirkungen sind die Mineralstoffe notwendig, sondern sie sind auch für die Regulierung des osmotischen Druckes und der Reaktion, für den Verlauf der katalytischen Prozesse und für den Zustand der Kolloide in den Geweben, Körperflüssigkeiten und Zellen unentbehrlich.

Mannigfaltig sind die Aufgaben der Agrikulturchemie und zahlreich die Probleme, die für die Landwirtschaft und somit auch im Interesse unserer Volksernährung und Volkswirtschaft zu lösen sind. Wie die moderne Landwirtschaft sich auf den Lehren JUSTUS VON LIEBIGS, des Begründers der Agrikulturchemie, aufgebaut hat, so wird sie auch in Zukunft für ihre weitere Entwicklung der naturwissenschaftlichen Forschungen und in Sonderheit der auf dem Gebiete der Chemie in Anwendung auf die landwirtschaftlichen Verhältnisse nicht entbehren können.

Literatur:

DENSCH, E., Zeitschr. f. Pflanzenernährung u. Düngung **1**, A., 32. 1922. — HAGEMANN, O., Landw. Versuchsstationen, **106**, 125. 1927. — JANERT, H., Zeitschr. f. Pflanzenernährung u. Düngung **2** A., 177. 1923. — LEMMERMANN, O., Ernährung der Pflanze **23**, 318. 1927. — MAYER, A., Agrikulturchemie, Heidelberg: Verl. Winter 1926. — MITSCHERLICH, E. A., Zeitschr. f. Pflanzenernährung u. Düngung **2**, A., 211. 1923. — Best. des Düngerbedürfnisses des Bodens. Berlin: Verl. Paul Parey 1925. — NEUBAUER, H., Zeitschr. f. Pflanzenernährung u. Düngung **2**, A., 329. 1923. — NOLTE, O., Landw. Versuchsstationen **106**, 1. 1927. — POHL, R., Naturwissenschaften **15**, 433. 1927. — REINAU, E., Prakt. Kohlensäuredüngung. Berlin: Verl. J. Springer 1927. — RIPPEL, H., Naturwissenschaft u. Landwirtschaft, Heft 3, Freising: Verl. Datterer 1925. — SCHIEBLICH, M., Züchtungskunde **2**, 385. 1927. — SJOLLEMA, B., Ergebnisse und Probleme der mod. Ernährungslehre. München: Verl. J. F. Bergmann 1922 und Zeitschr. Züchtungsbiol. **5**, 1. 1926. — VÖLTZ, W., Landw. Jahrbücher **65**, 375. 1927. — WINDAUS, A., Chemiker-Ztg. 1927, Nr. 12, S. 113.

Ausblühungen von Kohlenstoff[1].

Von PAUL H. PRAUSNITZ, Jena.

In den letzten Jahren sind mancherlei Beobachtungen über besondere Abscheidungsformen der gleichen Substanz unter verschiedenen Versuchsbedingungen angestellt worden. Diese morphologischen Studien sind namentlich von KOHLSCHÜTTER gefördert worden. Über besondere Arten von Kohlenstoff hat K. A. HOFMANN gearbeitet.

Eigene Arbeiten mit einem elektrischen Kohlerohr-Widerstandsofen haben nach dieser Richtung überraschende Formgebilde ergeben. Es lag die Aufgabe vor, Pulver hochschmelzender Oxyde bei 1400—1700° C zu erhitzen. Hohle Kohlerohre von 11 und 15 mm Außendurchmesser wurden mehrfach (jeweils 3 bis 7mal) dazu benützt. Zur Schonung der Kohle gegen Abbrand arbeitete man in Leuchtgasatmosphäre.

Fig. 1. Erstes Anzeichen der Ausblühung.

Fig. 2. Ausblühung in Form von Kolibrifedern.

Fig. 3. Ausblühung in Form von Schlinggewächsen.

Fig. 4. Starre Ausblühung bei derselben Kohleart wie in Fig. 2.

In allen Fällen zeigt sich gegenüber der Eintrittsstelle des Leuchtgases ein matter Fleck, um den herum sich ein kleiner Ansatz von Borsten aus Kohle bildet. (Fig. 1.) Wenn man aber längere Zeit dasselbe Rohr benützte, insbesondere wenn es sich um langdauernde Temperaturmessungen mittels eingehängten Thermoelementes handelte, dann pflegten sich Formen von überraschender Seltsamkeit und Schönheit zu bilden. Diese Formen ähneln solchen, wie sie meist nur das organische Leben hervorbringt. Das Rohr in Fig. 2 erinnert durchaus an den gespreizten Schweif eines Pfaus, ja fast schon an einen Kolibri. Dieses Rohr ist erst mehrere Monate nach der Fertigstellung photographiert worden; in der Zwischenzeit ist ein Teil des Pelzes im Zentrum der Ausblühungen schon abgefallen, während die wundervollen langen Fiederungen noch fast intakt sind. Die strahlenförmigen Bildungen sind einigermaßen starr, nur wenig elastisch federnd.

Das engere Rohr der Fig. 3 ist bei ähnlichen Temperaturverhältnissen, also bei geringerer Stromstärke benützt worden. Die Gebilde ähneln hier mehr einem Urwaldschlinggewächs. Die Haare sind fein, weich und geschmeidig und bewegen sich bei dem geringsten Lufthauch.

Die Fig. 4 ist bei einer Wiederholung der Versuche von Fig. 1 und 2 mit demselben Kohlematerial (CONRADTY) erzeugt worden. In diesem Falle wurden die Versuchsbedingungen notiert:

Das Rohr war innen nicht beschickt, es wurde allmählich im Laufe von etwa $1^1/_2$ Stunden bis zu einer Temperatur von zwischen 1500 und 1600° erhitzt.

Die Fig. 5 und 6 zeigen in Vorder- und Seitenansicht eine besonders schöne Form der Erscheinung bei Benützung eines etwas anderen Widerstandsrohres von der Firma Siemens & Co. Die Behandlung war dieselbe wie bei Fig. 4. Bei den beiden zuletzt genannten Rohren sind die Gebilde ziemlich starr, ebenso wie bei dem Rohr von Fig. 2.

[1] Aus dem Laboratorium des Jenaer Glaswerkes Schott & Gen.

Bei einer Anzahl von Versuchen mit gefüllten Rohren haben sich im Laufe der Benützung ganz ähnliche Formen herausgebildet, aber die betreffenden Rohre sind leider bei Beendigung der Versuche

Fig. 5. Pelzartige Ausscheidung, Kohlerohr von Siemens & Co. (Vorderansicht.)

Fig. 6. Pelzartige Ausscheidung, Kohlerohr von Siemens & Co. (Seitenansicht.)

zersprungen. Es läßt sich also sagen, daß die Erscheinungsform im einzelnen von Fall zu Fall sich etwas ändert, daß sie aber in ihren wesentlichen Zügen immer reproduziert werden kann.

Herr Prof. SCHNEIDER vom Chemischen Institut der Universität Jena hatte die Freundlichkeit, durch Herrn Dr. MAURER eine Mikroanalyse der Ausblühungen der beiden Rohre von Fig. 4 und Fig. 5 und 6 ausführen zu lassen. Es ergab sich in beiden Fällen ein Kohlenstoffgehalt von etwa 99%; der Rest war Wasser, wobei es sich nicht ganz sicher feststellen ließ, ob es sich um verbrannten Wasserstoff handelte oder um adsorbiertes Wasser, das bei der Verbrennung entfernt wurde.

Beim Arbeiten mit dem Kohlerohr-Widerstandsofen kann man genau beobachten, daß das Leuchtgas, das im Auspuffrohr abbrennt, bei etwa 1200° anfängt sehr stark zu rußen[1]. Die Erscheinung bleibt bis hinauf zu 1600° unverändert. Wenn man den Leuchtgasstrom verstärkte, so verbrennt der Ruß in der Flamme, wobei diese viel heller leuchtet, als sie es unter sonst gleichen Umständen tat, während das Kohlerohr weniger hoch erhitzt wurde. Man kann also mit Sicherheit annehmen, daß von 1200° an die Kohlenwasserstoffe des Leuchtgases zum Teil an der weißglühenden Kohle zersetzt werden unter Bildung der schönen Ausblühungen.

Diese kleine Beobachtung mag nur als Hinweis dienen für das herrliche Formenspiel, welches gelegentlich bei rein *an*organischen Reaktionen scheinbar die Bildungen organischen Lebens nachahmt. Bei der großen Anzahl von Arbeiten, die mit ähnlicher Versuchsanordnung ausgeführt werden dürften, werden vielleicht weitere Beobachtungen von anderer Seite die Gesetzmäßigkeit aufklären, unter denen diese Formkräfte zur Geltung kommen können.

[1] Die Temperatur von 1200° gilt für die Siemens-Kohle. Bei der Conradty-Kohle liegt sie um etwa 200° höher.

Zuschriften.

Der Herausgeber bittet, die *Zuschriften* auf einen Umfang von *höchstens* einer Druckspalte zu beschränken, bei längeren Mitteilungen muß der Verfasser mit Ablehnung oder mit Veröffentlichung nach längerer Zeit rechnen.

Für die Zuschriften hält sich der Herausgeber nicht für verantwortlich.

Quantenmechanische Deutung der homöopolaren Valenzzahlen.

Kürzlich wurde am Beispiele zweier neutraler Wasserstoffatome gezeigt, daß die konsequente Anwendung der SCHRÖDINGERschen Theorie ohne weiteres die bisher schwer zu verstehende homöopolare Bindungsenergie von H_2 zu liefern vermag, und zwar ergeben sich die homöopolaren Effekte als Ausdruck jener charakteristischen *Resonanzerscheinung* der DE BROGLIEschen Wellen, welche auf der *Gleichheit* der Elektronen beruht. Bei der analogen Behandlung zweier He-Atome ergab die Anwendung des PAULI-Prinzips, daß der Zustand gegenseitiger Anziehung zweier Atome auszuschließen ist, und daß nur die Möglichkeit elastischer Reflexion zugelassen werden kann[1].

Diese Betrachtungen sind nun neuerdings auf beliebige Atome ausgedehnt worden. Es hat sich gezeigt, daß man dem Begriff der „homöopolaren Valenz" ein quantenmechanisches Gegenstück an die Seite stellen kann, welches sich in jeder Hinsicht formal äquivalent verhält, d. h. welches eine Darstellung der chemischen Bindungsmöglichkeiten durch Strukturformeln mit „Valenzstrichen" erlaubt und das im Spezialfall zweier H-Atome mit den richtigen energetischen Größen verbunden auftritt.

Die quantenmechanische Charakteristik der chemischen Valenzen und ihrer Absättigung beruht auf Symmetrieeigenschaften des Wellenvorganges, der dem Atome im Konfigurationenraume zugeordnet ist.

Jeder Zustand eines Atoms läßt sich durch die *Multiplizität*[1] des Termsystems charakterisieren, dem der betreffende Zustand angehört. Durch die Multiplizität ist der *Symmetriecharakter* des mehrdimensionalen Wellenvorganges und dadurch *mittelbar* auch die An-

[1] W. HEITLER und F. LONDON, Zeitschr. f. Phys. **44**, 455. 1927.

[1] Die sog. magnetische Feinstruktur.

zahl der freien Valenzen bestimmt[1]. Es hat sich folgender einfacher Zusammenhang herausgestellt:

Die *Wertigkeit* ist um 1 kleiner als die Multiplizität des betreffenden Atomzustandes und gleich dem resultierenden Elektronendrall im schwachen Felde, gemessen in Einheiten $\frac{h}{4\pi}$. Bei der *Absättigung* einer Valenz vermindert sich der resultierende Elektronendrall des bindenden Atoms um eine Einheit. Die homöopolaren Valenzen sind *abgesättigt*, wenn die Resultierende des Eigenimpulses der Elektronen des ganzen Systems Null ist.

Mit dieser Auffassung ergeben sich ohne weiteres die Haupttatsachen der homöopolaren Valenzchemie. Wenn man sich auf *die* Zustände beschränkt, welche ohne Sprung der Hauptquantenzahl vom Grundzustand aus zu erreichen sind, erhält man so die 1-, 3-, 5-, 7-Wertigkeit der Halogene mit Ausnahme von F, welches sich nur als einwertig ergibt und auch tatsächlich nie anders gefunden wurde. Entsprechend findet man für die Stoffe der Sauerstoffreihe 2-, 4-, 6-Wertigkeit, mit Ausnahme von Sauerstoff selbst, welcher — ebenfalls in bester Übereinstimmung mit den Tatsachen — sich auf Zweiwertigkeit beschränken muß, usw. Wegen weiterer Einzelheiten muß auf die ausführliche Darstellung[1] verwiesen werden.

Während nach der *klassischen Mechanik* neutrale Atome überhaupt erst nach gegenseitiger Deformation durch Polarisation aufeinander Kräfte ausüben können (die Störungsenergie 1. Ordnung verschwindet), ist es für die durch quantenmechanische Resonanz geschaffenen Betätigungsformen der *Valenzkräfte* charakteristisch, daß sie sich bereits als Energiestörungseffekte 1. Ordnung äußern, als ein unmittelbarer Ausdruck der *Symmetrieeigenschaften* der noch *ungestörten* Atome. Die Erscheinungen der *Physik der Aggregatzustände*, überlagern sich den chemischen Prozessen erst als *Störungseffekte höherer Ordnung* (Polarisationseffekte), und dieser Umstand gibt damit Rechenschaft darüber, weshalb im allgemeinen chemische Verbindungen unabhängig vom Aggregatzustande nebeneinander in fester, flüssiger und gasförmiger Gestalt existieren können.

Berlin, Institut für theoretische Physik der Universität, den 22. Dezember 1927. F. London.

[1] N. B. Die homöopolaren Bindungsenergien beruhen völlig auf quantenmechanischer Resonanz und haben nichts mit den winzigen magnetischen Kräften zu tun, welche mit dem Elektronendrall verknüpft sind. Es geschieht nur der prägnanteren Ausdrucksweise zu Liebe, wenn wir hier die abstrakten Symmetriecharaktere durch die zugehörigen Drallkoppelungen beschreiben.

[1] Zeitschr. f. Phys. im Erscheinen.

Besprechungen.

Zwei große Naturforscher des 19. Jahrhunderts. Ein Briefwechsel zwischen Emil du Bois-Reymond und Karl Ludwig. Herausgegeben von Estelle du Bois-Reymond, Vorwort, Anmerkungen und Register von Paul Diepgen. Leipzig: J. A. Barth 1927. XVI, 240 S. und 4 Bildnistafeln. 13 × 21 cm. Preis RM 11.—.

Wie konnten zwei so grundverschiedene Männer Freunde sein! Aber es war so. Man merkt es aus tausend Einzelheiten dieses Briefwechsels, merkt, daß nicht nur die gleichen wissenschaftlichen Interessen und das gleiche Ziel, die Physiologie zum selbständigen Fach zu machen, sie zusammenführte, sondern daß auch viele zarte Fäden seelischer Sympathie sie verbanden. So geben uns diese offenherzigen Dokumente — wahrhaftig! die Briefschreiber nehmen kein Blatt vor den Mund — nicht nur ganz neue Einblicke in die wissenschaftliche Arbeit dieser beiden Männer, in den Kampf um die Entwicklung der Physiologie, in die bewegenden Fragen der damaligen Zeit, in das Wesen ihrer Mitstreiter und Freunde und auch ihrer Widersacher, sie erschließen uns auch zwei prächtige Menschengestalten, von deren inneren Kämpfen und Zweifeln, von deren Stellung zur Welt und allen großen Lebensfragen selbst diejenigen, die sie unter den jetzt Lebenden noch gekannt haben, kaum eine klare Vorstellung besitzen konnten.

Das Urteil der Fachgenossen über Karl Ludwig hat sich im Laufe der Jahre kaum verändert. Mit Recht galt er von seinen ersten größeren Arbeiten an, als einer der erfolgreichsten Begründer und Ausgestalter der neuen Wissenschaft, der er noch bis zuletzt immer wieder etwas gab. Kein Wunder, denn er warf bald hier bald da in dem noch unerforschten Meer der Erscheinungen seine Netze aus, und wo er sie einholte, gab es einen reichen Fang. Es soll dies nicht etwa dem blinden Zufall zugeschrieben werden — andere Forscher derselben Zeit waren weniger glücklich, denn Glück ist eine Eigenschaft der Persönlichkeit —; vielmehr besaß er wie wenige die Gabe, Gelegenheitsbefunde in ihrer Wichtigkeit zu erkennen und beharrlich zu verfolgen, dann aber auch von bestimmten Voraussetzungen ausgehend mit klarem Ziel eine Frage nach vielen Richtungen hin durchzuuntersuchen. Diese Vielseitigkeit führte ihm naturgemäß zahlreiche Mitarbeiter zu, die ihrerseits in erheblichem Maße dazu beitrugen Ludwigs Ruf fest zu begründen und zu erhalten. Daß hie und da etwas abbröckelte, konnte bei der Vielfältigkeit seiner Verdienste wenig ausmachen.

Ganz anders bei du Bois! Mit bewußter und in den Briefen oft betonter Einseitigkeit hatte er sich von Anfang an der Erforschung einer einzigen, allerdings sehr weitschauenden Frage, der Frage vom Wesen der bioelektrischen Erscheinungen, zugewandt, in denen er — auch heute noch erkennen wir das an — den Schlüssel zu vielen Lebensphänomenen, besonders der Nerven und Muskeln, erblickte. Dieses Gebiet durchwühlte er aber in unermüdlicher Arbeit und unter ungünstigsten äußeren Bedingungen mit einer solchen Ausdauer und logischen Konsequenz und mit so reicher Ausbeute an positiven Befunden, wie sie in späterer Zeit kaum je wieder von einem einzelnen erreicht ist. Sein Ruhm in der wissenschaftlichen Welt stieg schnell, — aber er blieb nicht allzulang auf der Höhe, und erst nach seinem Tode fing man wieder an einzusehen, was er Fabelhaftes dadurch erreicht, daß er unter Zurückstellung aller anderen Lebensfreuden seine Jugend, wie er selbst schreibt, „verochst" hat. An diesem Niedergang seiner Anerkennung in den Kreisen der Fachgenossen ist wohl vor allem die übertriebene Wertschätzung theoretischer Vorstellungen schuld, der er selbst und die ganze damalige Zeit huldigte. Sein großes, von ihm selbst starrköpfig verteidigtes Hypothesengebäude der peripolaren Molekeln, mit dem er seine zahlreichen, zum größten Teil noch heute feststehenden Befunde zusammenfaßte, fiel zusammen, und damit sank bei vielen auch der Wert seiner Lebensarbeit. Heute ist

das nicht mehr recht verständlich, wo wir als Bleibendes nur die Tatsachen sehen, während die Theorien, die zu ihrer Auffindung führten, oft nur eine sehr kurze Lebensdauer haben. Leider hat sich DU BOIS nie wieder an eine neue große Aufgabe gemacht, wozu er sicher nicht nur Ideen, sondern auch Kraft genug gehabt hätte. (Die mit Eifer begonnene Erforschung der Bedeutung der „Muskelsäure", um die noch heute lebhaft gekämpft wird, wurde leider unbeendet beiseite gelegt.) Vielmehr ließ er sich — vielleicht verärgert und enttäuscht — von der Flut amtlicher Tätigkeit verschlingen und lebte sich wissenschaftlich in allgemeinen Betrachtungen aus, die als glanzvolle akademische Reden und formvollendete Aufsätze erschienen. Sie trugen seinen Ruhm ins große Publikum, wurden aber von Fachleuten oft etwas belächelt und vielfach als der Ausdruck eines (auch durch manche wahre und viele falschen Anekdoten illustrierten) übersteigerten Selbstgefühles gedeutet.

Ganz anders tritt DU BOIS in diesem Briefwechsel vor unsere Augen. Wie vielseitig ist er in seinen Interessen, wie kämpft er mit der Tücke des Objekts, wie häufig ist er tiefdeprimiert, weil er nicht von der Stelle kommt, wie oft regen sich in ihm Zweifel an der Richtigkeit seiner Hypothesen! Aber alles Widerstreitende wird immer wieder siegreich überwunden und dann bläht sich seine Brust in durchaus berechtigtem Selbstbewußtsein und er wettert gegen die, die ihm den Ruhmeskranz vom Haupte reißen möchten. Und wie hoch schätzt LUDWIG ihn ein! Noch 1852 überlegt er, wer größer sei — DU BOIS oder HELMHOLTZ —, und scheint geneigt, eigentlich DU BOIS den Vorzug zu geben. Sich selber aber stellt er mehrere Stufen niedriger, nicht aus freundschaftlicher Bescheidenheit, sondern aus tiefster Überzeugung, — und er hat wohl im Grunde recht. Beurteilt man nämlich beider Größe nicht nur nach den handgreiflichen und bleibenden wissenschaftlichen Verdiensten, sondern auch nach der ganzen Persönlichkeit, wie sie uns hier entgegentritt, so kann wohl keiner daran zweifeln, daß der weltgewandte, alles Wichtige sofort klar erfassende, weit über sein eigentliches Gebiet hinausragende DU BOIS dem stets etwas kleinbürgerlichen und engbleibenden, nur fachgelehrten LUDWIG — er selbst beurteilt sich so! — um ein Erhebliches überlegen ist.

Schon aus der ganzen Art, wie beide den Kampf um den Brotkorb betreiben — beide höchst anständig und fast immer an den anderen zuerst denkend, aber DU BOIS großzügig und überlegen, LUDWIG ängstlich und manchmal etwas kleinlich —, dann aus ihrem Urteil über Persönlichkeiten und aus ihrer Stellungnahme zu den bewegenden Fragen der Wissenschaft geht das zur Genüge hervor. Eines möge dies illustrieren: DU BOIS erkennt sofort die enorme Wichtigkeit des von HELMHOLTZ aufgestellten Gesetzes der „Konstanz der Kraft", durch das die Physik eigentlich erst zur Wissenschaft geworden sei; LUDWIG aber fragt in seinem nächsten Brief ängstlich, ob auch DOVE und DIRICHLET sein Urteil über diese Arbeit teilten! „Wenn ihr *den* (HELMHOLTZ) zum Anatomen machen könnt, so würdet ihr etwas Tüchtiges geleistet haben". setzt LUDWIG in vollkommener Verkennung seiner Bedeutung noch hinzu. DU BOIS dagegen sieht früh die überragende Größe von HELMHOLTZ, den er den „Riesengeist" nennt; aber wie macht *er*, der selbst sein Freund war, sich und uns HELMHOLTZ' Fähigkeit „das Größte" „ohne Anstrengung und ohne Zagen" zu leisten, doch etwas verständlich! „Mich tröstet", schreibt er, „nur eines, nämlich die Vorstellung, daß, wer so ruhig und ohne tiefes Leiden ist, auch den Gegensatz des brennenden Vollgenusses nicht kennt."

Wohl schwerlich werden heute noch solche Briefe zwischen Gelehrten der naturwissenschaftlichen Fächer gewechselt! Zwar klagen beide auch damals schon über den ewigen Mangel an Zeit, aber immerhin sie fanden sie noch, und es bestand zwischen ihnen wirklich noch das Bedürfnis, sich mehr mitzuteilen, als nur das, was das äußere Leben bewegt.

LUDWIGS Briefe zu lesen ist eine Freude, denn man erkennt in ihnen einen sehr klugen, treuen, tiefempfindenden und zugleich einfachen Menschen, dem allerdings die Gabe der Darstellung nur in bescheidenem Maße gegeben ist (wenn er versucht poetisch zu werden — und das tut er bisweilen —, dann versagt sie ganz); DU BOIS Briefe dagegen sind Genuß und Freude zugleich, denn sie atmen Leben, Kraft und Geist und sind geschrieben mit einer Leichtigkeit und Originalität des Ausdruckes, als stammten sie von einem der besten Schriftsteller unserer Zeit. — Dank sei den Herausgebern für dies schöne Geschenk

A. BETHE, Frankfurt a. M.

GENT, WERNER, **Die Philosophie des Raumes und der Zeit.** Historische, kritische und analytische Untersuchungen. Bonn: Friedrich Cohen 1926. XI, 273 S. 16 × 25 cm. Preis RM 10.—.

Das Buch behandelt auf 40 Seiten die antike Philosophie des Raumes und der Zeit, es schließen sich an AUGUSTIN, die Araber und die Scholastik (30), die Renaissancephilosophen (20) und die großen Naturforscher und Philosophen des klassischen siebzehnten Jahrhunderts (100 Seiten). Die letzten 80 Seiten schließlich gehören vorwiegend deutschen Schriftstellern der Aufklärungszeit, unter ihnen auch EULER und dem vorkritischen KANT. Mit ihm schließt der Band ab. In einem 2. Band beabsichtigt der Verf., die Darstellung bis zur Gegenwart fortzuführen.

Verf. stützt sich stets auf gründliche Kenntnis der Originalwerke und zitiert in der Ursprache, nur bei den Arabern benützt er selbstverständlich Übersetzungen. Seine Darstellung ist knapp, verwendet häufig Tabellen und beschränkt sich meistens auf ein Referat der vorgefundenen Auffassungen, deckt aber bisweilen auch interessante Zusammenhänge auf. Den einzelnen Denkern sind kurze Einzelkapitel gewidmet, nur das Mittelalter erhält auch eine zusammenfassende Würdigung. Verarbeitet werden die unmittelbaren eigenen Äußerungen der Denker über Raum und Zeit, Umbildungen der Raum- und Zeitauffassung dagegen, die implizite in geometrischen oder physikalischen Fortschritten gelegen sind, werden nicht berücksichtigt. Von Interesse wäre es vielleicht gewesen, näher zu verfolgen, wie der Gedanke sich entwickelt, daß Raum und Zeit überhaupt enge zusammengehören, denn dieser — wohl seit KANT — allgemein geläufige Gedanke ist gar nicht selbstverständlich, fehlt in der Antike, ja z. B. noch bei DESCARTES und SPINOZA und wird von NIETZSCHE und BERGSON wieder in Frage gestellt. Nach dem Material des Verf's scheint diese wichtige Erkenntnis bei dem Frühscholastiker SCOTUS ERIGENA (neuntes Jahrhundert) zum erstenmal aufzutauchen, später aber wieder stark zurückzutreten.

Verf. hat die Neigung, in seine sonst so gediegene Arbeit Hinweise auf die Relativitätstheorie und auf HERMANN WEYL, ja selbst die Formeln der Lorentztransformation einzuflechten. Dabei zitiert er z. B. mitten in der Erörterung von HOBBES MAX PLANCK und schiebt den atomistischen Bau von Materie und Elektrizität der Quantentheorie in die Schuhe. Die modernen Hinweise, an denen also unter diesen Umständen niemand Freude haben wird, stören indes nicht weiter, da sie mit dem Gegenstand des Buches nichts zu

tun haben. Verf. hat vielmehr eine lehrreiche und höchst reichhaltige Zusammenstellung von philosophischen Auffassungen und Textstellen zum Raum- und Zeitproblem der Forschung zur Verfügung gestellt. Jeder, der den Umfang und die Unübersichtlichkeit der verarbeiteten Literatur kennt, wird die mühevolle Arbeit des Verf's zu würdigen wissen.

E. Zilsel, Wien.

Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin.

Am 5. November 1927 berichtete Professor Leo Waibel, Kiel, über seine **Reisen und Forschungen in Mexiko.** Einen Hauptcharakterzug des Landes bilden die starken Gegensätze, die sich nicht nur in den Landschaftsformen, sondern auch in den klimatischen Elementen der Lufttemperatur und der Feuchtigkeit geltend machen. Schon Alexander von Humboldt hat darauf hingewiesen, daß die Klimazonen der Erde, welche in horizontaler Richtung von den warmen Tropen bis in die Polargebiete hinein eine allmähliche Änderung durchmachen, in Mexiko vertikal übereinander liegen, so daß man von den warmen, feuchten Niederungen bis hinauf zu den Schneekuppen der hohen Vulkanberge in kurzer Zeit alle Klimate und Vegetationszonen der Erde durchwandert. Auch in kultureller Beziehung bestehen insofern Gegensätze, als die Bevölkerungselemente sämtliche Übergänge vom analphabetischen Indianer bis zum modernen Europäer aufweisen. Seitdem Mexiko 1521 von den Spaniern kolonisiert wurde, hat es der Kulturwelt fünf wichtige Nutzpflanzen gebracht: Mais, Tabak, Kakao, Agave und Vanille. Die Spanier lieferten neue Kulturelemente und schufen durch Vermischung mit den Eingeborenen eine neue Rasse, die Mestizen. Im Inneren herrschte während der spanischen Kolonisationsperiode völlige Ruhe; die reichen Naturschätze wurden nutzbar gemacht, und namentlich der Bergbau entfaltete sich zu voller Blüte.

Die Loslösung von Spanien im Jahre 1821 hatte als unerwünschte Begleiterscheinung der politischen Selbständigkeit eine Reihe von Revolutionen zur Folge, welche das Land zerrütteten. Erst seit einem halben Jahrhundert trat durch die energische Diktatur des Präsidenten Porfirio Diaz erzwungene Ruhe ein, die zu einem ungeheuren wirtschaftlichen Aufschwung, zur Investierung ausländischen Kapitals und zur Entwicklung der modernen Maschinenkultur führte. Heute produziert Mexiko Silber, Kupfer, Blei, Petroleum, Holz und Getreide. Die Viehzucht spielt eine große Rolle. In der Industrie steht die Herstellung von Geweben im Vordergrunde. So bilden die mexikanischen Exportartikel den schönsten geographischen Musterkoffer der ganzen Erde.

Die atlantische Küste hat keinen natürlichen Hafen. Die Spanier schufen in Veracruz einen künstlichen, der heute, trotzdem er die Bedeutung eines Welthafens besitzt, nur 20000 Einwohner zählt. Schuld daran ist das Grassieren von Tropenkrankheiten, vor allem des gelben Fiebers, das dem Ort die Bezeichnung „Friedhof der Tropen" eingetragen hat. Erst vor 30 Jahren begann man die Sanierungsarbeiten. Die Einwohnerschaft bildet ein spanisch sprechendes Völkergemisch aller Rassen, in dem eine Scheidung nach Gesellschaftsklassen nicht erkennbar ist.

Bei der Fahrt mit der Bahn nach dem Hochland hinauf, passiert man zunächst eine Dünenzone, dann eine Savanne, die trotz des Regenreichtums und der Fruchtbarkeit des Bodens nur dünn besiedelt ist. In einer Höhe von 400 m wird der Fuß des mit einem Waldkleid bedeckten Gebirges erreicht, welchem durch das Aufsteigen des Nordostpassates an seinen Hängen reichlich Feuchtigkeit zugeführt wird. Darüber hinaus kommt man in ein Gebiet, in dem Plantagenbau für den Weltmarkt betrieben wird. Hier liegt Cordoba in 800 m Höhe. Es folgt eine Waldvegetation der gemäßigten Zone mit immergrünen Eichen und eine Kulturlandschaft, in welcher die Indianer für den eigenen Bedarf bauen. Die landwirtschaftliche Bevölkerung nimmt im allgemeinen mit der Höhe zu. In Orizaba sind Textil- und Brauerei-Industrie bemerkenswert. Schließlich ist die Hochebene erreicht, auf welcher die Böden ausgetrockneter Seen weite Ebenen bilden. Hier liegt der Schwerpunkt mexikanischer Kultur, denn die kühlere Temperatur verleiht dem Menschen größere Leistungsfähigkeit. Die geringe Regenmenge erfordert künstliche Bewässerung des fruchtbaren vulkanischen Bodens. An die Stelle des altindianischen Hackbaues hatten die Spanier den Pflugbau gesetzt und Haustiere eingeführt. Auf der Hochebene liegt Puebla mit 100000 Einwohnern in 2100 m und die Hauptstadt Mexiko mit 1 Million Einwohnern in 2300 m. Die vier Städte Veracruz, Orizaba, Puebla und Mexiko, sind somit treppenartig übereinander aufgebaut, und jede von ihnen hat mehr Einwohner als die nächst tiefere.

Von Dezember 1925 bis Juni 1926 erforschte Professor Waibel die Sierra Madre in dem südlichsten mexikanischen Staate Chiapas. Diesen Teil seiner Reise, der bei weitem mehr Schwierigkeiten bot, als frühere Reisen in Zentralafrika, hat er bereits auf dem 22. Deutschen Geographentag in Karlsruhe geschildert, worüber in den Naturwissenschaften 15, Nr. 32, S. 665 ausführlich berichtet worden ist. Einige Ergänzungen dazu seien hier noch hinzugefügt.

Die 2000—3000 m hohe Wasserscheide liegt nur 30 km vom Pazifischen Ozean entfernt, und der Steilabfall nach diesem weist hauptsächlich krystallinisches Gestein auf, während die sanftere atlantische Abdachung eine Sedimentdecke trägt. Die nach dem Pazifischen Ozean entwässernden Flüsse sind tief eingeschnitten und haben schmale spitze Grate geschaffen mit steilen, oft bis 70° Neigungswinkel aufweisenden Böschungen. Hebung und Schiefstellung des Gebirges scheint in verhältnismäßig junger geologischer Vergangenheit erfolgt zu sein, worauf auch die fast täglich auftretenden Erdbeben hindeuten. Die Niederschlagshöhe beträgt auf der pazifischen Seite 4000—5000 mm. Bis 1800 m reicht der Laubwald hinauf, darüber folgen Nadelhölzer. Dort wo der Wald gelichtet ist, treten an den steilen Hängen vielfach Erdrutsche auf. Im übrigen aber wird das Landschaftsbild mehr von der Tektonik als von der Abtragung beeinflußt. Die seit etwa 35 Jahren von Guatemala her eingeführte Kaffeekultur macht die Verwendung von Wanderarbeitern erforderlich, an denen hier, im Gegensatz zu Brasilien, kein Mangel herrscht. Für die maschinellen Anlagen, welche in den Kaffeeplantagen benötigt werden, stehen in weitgehendem Maße Wasserkräfte zur Verfügung. 30000—40000 reinblütige Indianer wohnen in diesen Hochwäldern. Sie kultivieren Mais, oberhalb 2000 m Höhe auch Weizen nach der Hackbaumethode. Mangels einer Düngung wird der Ertrag der Felder mit der Zeit geringer, so daß sie häufig gewechselt werden müssen und eine Familie, die mit einem Hektar Maisland auskommen könnte, deren fünf benötigt.

Ganz anders sind die Verhältnisse in dem nördlicheren Teil der pazifischen Küste. Schon bei Mazatlan in der Nähe des Wendekreises herrschen Trockenwälder vor, die im Winter kahl stehen. Der Hafen Guayamas in 28° Nord bildet die Eingangspforte in den Staat Sonora, der östlich vom Kalifornischen Golf liegt. Das Hinterland wird meist als Wüste bezeichnet, ist aber mit niederen Dornsträuchern und Succulenten bewachsen und hat demnach Steppencharakter. Noch Ende August stiegen die Lufttemperaturen auf 46° bis 47° an. Oberhalb 300 m fallen 300—400 mm Niederschlag; es handelt sich also nicht um vollarides, sondern nur um semiarides Gebiet. Bohrungen haben den Nachweis erbracht, daß die Schuttdecke der Täler in der Mitte 500—600 m dick ist. An den Seiten aber gehen diese Talebenen vom Schutt auf den festen Fels über. Derartige Piedmont- oder Felsflußflächen sind offenbar durch Abtragung entstanden. Hermosillo mit 15000 Einwohnern ist die Hauptstadt des Staates Sonora. An dessen Nordgrenze liegt Nogales, die Eisenbahngrenzstation mit den Vereinigten Staaten. Die politische Grenze geht mitten durch die Stadt, und da der, im Norden verbotene Alkoholverkauf in dem mexikanischen Teile gestattet ist, so gibt dieser Unterschied dem Wirtschaftsleben der Stadt sein Gepräge. Während der Nacht liegt der Schwerpunkt des Betriebes jedenfalls auf der mexikanischen Seite.

Von den 15 Millionen Bewohnern Mexikos sind etwa 35 Prozent Indianer. Die spanische Sprache und die römisch-katholische Kirche stellen die beiden Elemente der geistigen Kultur dar, welche die verschiedenen Rassen zu einer Einheit zusammenschweißt. Bedenklich ist gerade in der Gegenwart das starke Kulturgefälle, welches zwischen den angrenzenden Vereinigten Staaten mit ihrer modernen Anschauung und dem zurückgebliebenen Mexiko besteht. Eine der wichtigsten wirtschaftspolitischen Aufgaben wird es sein, dieses Kulturgefälle durch Anpassung an die Forderungen der Jetztzeit abzuschwächen und auszugleichen.

Am 3. Dezember 1927 hielt Dr. H. Louis, Berlin, einen Vortrag mit Lichtbildern über **das Pirin-Gebirge in Makedonien.** Das Pirin-Gebirge liegt genau südlich von der bulgarischen Hauptstadt Sofia, im nördlichen Makedonien. Es gehört zu den unbekanntesten Gebirgen Europas, denn es war bis 1913 türkisches Gebiet, in welchem keine topographischen Landesaufnahmen gemacht werden durften. Der Vortragende hat zum ersten Male das Gebiet vermessen und eine Karte im Maßstab 1 : 100000 herstellen können. Es ergab sich, daß das Gebirge als Ganzes rund 500 m höher ist als die bisherigen Karten angeben. Der Hauptgipfel El Tepe ist nicht 2681 sondern 2920 m hoch, also nur 6 m niedriger als der Musala im Rilagebirge, der höchste Berg der Balkanhalbinsel. Der Hauptkamm läuft von NW nach SO und sinkt auf eine Erstreckung von 35 km nirgends unter 2300 m. Den Kern des Gebirges bildet eine gewaltige Intrusionsmasse von Granit, die an beiden Flanken unter einem Mantel von steil einfallenden Gneisen und krystallinen Schiefern, zum Teil auch Marmor untertaucht. In der Mitte ist die Sedimentbedeckung erhalten geblieben, und der El Tepe ist aus schneeweißen krystallinen Kalken und Hornsteinkalken aufgebaut. Fossilien wurden nicht gefunden. Wichtig ist, daß das Streichen der Gesteinsschichten nicht mit der Form des Gebirgskörpers übereinstimmt. Das Gebirge verdankt also seine heutige Gestalt weniger dem Faltungsvorgang als jungen Bewegungen der Erdkruste. Die eiszeitliche Schneegrenze liegt viel höher als man früher angenommen hat. Kare mit kleinen Seen kommen häufig vor, ebenso Trogtäler, Moränen, Rundhöcker und andere glaziale Formentypen. Auch eigenartige Ebenheiten, Piedmontflächen im Sinne von Walther Penck wurden gefunden. In den nicht vergletschert gewesenen Teilen der Hochregion herrschen sanftere Formen. Weite Grasfluren werden unterbrochen von Blockströmen, in denen große Wanderblöcke auffallen, die den Rasen vor sich in der Richtung ihrer langsam fortschreitenden Bewegung zu Wülsten emporgepreßt haben. Die Blockströme selbst sind die Schicht des Gehängeschuttes, der bei Böschungen von 10° an langsam abwärts wandert und durch fließendes Wasser der feineren Bestandteile beraubt ist. Oft taucht ein Blockstrom unter die Vegetationsdecke und kommt einige Meter weiter abwärts wieder hervor, ein Vorgang, der sich stellenweise 4—5mal wiederholt.

Die Hochregion ist im Sommer der Tummelplatz von Schafherden, deren Hirten teils den Rumänen nahestehende Aromunen, teils Bulgaren sind. Der Lebensraum der ersteren wird allmählich immer mehr dadurch eingeengt, daß sie ein Nomadenleben führen müssen, während die bulgarischen Hirten auf eigenem Gemeindegrund hüten können. An der Nordostseite des Gebirges herrscht Nadelwald vor. Der Südwesthang trägt in den oberen Lagen große Buchenbestände, darunter Eichen und Hainbuchen.

Die Waldzone ist ziemlich menschenleer. Am weitesten in sie hinein vorgeschoben ist Tremoshnica, ein kleines aromunisches Sommerdorf in 920 m. Am Nordostrand des Gebirges liegt das Becken von Bansko in 800—1000 m Höhe, dessen Nordzone sich hebt, während der Süden in Senkung begriffen ist. Derartige Beckenlandschaften bilden fruchtbare Siedelungsgebiete, in denen Dörfer und kleine Städte liegen, wie Bansko, Mehomia und Nevrokop, von welchen das letztere durch eine Reihe von Minaretts schon etwas orientalisches Gepräge zeigt. Der ganze Nordosthang des Pirin-Gebirges entwässert zum Mesta-Fluß. Die Mesta strömt in verwildertem Lauf durch steil gestellte Tertiärschichten, durchschneidet in einer Schlucht ein Liparitmassiv, tritt dann in das Becken von Nevrokop ein und mündet schließlich gegenüber der Insel Thasos in das Ägäische Meer. Die Gewässer des Südwestabhanges fließen der Struma zu. In der Gegend von Melnik ist der Fuß des Gebirges stark zerschnitten. Der verfestigte Schutt bildet steile Wände und zeigt zum Teil abenteuerliche Formen. Aus dem griechischen Gebiet vertriebene Makedonier haben sich hier zahlreich angebaut, wie überhaupt das Strumatal gut besiedelt ist. Bei Melnik wächst ein berühmter Wein, und unterhalb 200 m gibt es Baumwollfelder. Eine Schwelle aus Granit und krystallinen Schiefern wird von der Struma in 15 km langer Schlucht durchschnitten.

Im Verein mit dem Rila-Gebirge zeigt das Pirin-Gebirge einen Rhythmus von hintereinander gelegenen Aufwölbungszonen, die durch Beckenlandschaften abgelöst werden, welche sich im Süden senken, im Norden aber heben. Die Gebirge fallen sanft zu den sich hebenden Beckenteilen hinab, steigen aber steil zu den sich senkenden Gebieten auf. Die Bewegungen dauern wahrscheinlich in der Gegenwart noch an. O. B.

In der Fachsitzung am 21. November 1927 sprach Professor Dr. Walter Geisler, Halle a. S., über **Aufbau und Oberflächengestaltung der Mac Donnell-Kette in Zentral-Australien,** die er im Jahre 1926 bereist und näher erforscht hat. Aus der Spinifex-Dünenlandschaft Zentral-Australiens erhebt sich unvermittelt das Mac Donnell-Gebirge, das in einigen Härtlingen eine absolute Höhe von 1600 m erreicht und sich 250 km lang in west-östlicher

Richtung erstreckt. Das Rückgrat des Gebirges wird von zwei steil gerichteten Quarzitmauern gebildet, von denen die nördliche die höchsten Erhebungen des Gebirges trägt, wie den Mount Razorback, Mt. Sonder, Mt. Giles, Mt. Gillen, Mt. Undoolya und Mt. Benstead, die alle etwa die gleiche Höhe um 1500 m haben, während die Kette selbst auf 800—1200 m bleibt, so daß sie sich 200—600 m über dem umgebenden Hochplateau und den Tälern erhebt. Das Charakteristische in der Oberflächengestalt des Gebirges besteht in dem Vorhandensein weiter Talebenen und Talböden zwischen den einzelnen Gebirgszügen. Diese Täler, die bis 5 km Breite erreichen, sind miteinander durch Schluchten verbunden, d. h. durch kurze Quertäler der nach Süden fließenden Flüsse, wie des Finke, des Hugh und des Todd. Durch das aride Klima ist eine weitere Ausräumung und Denudation verhindert worden, und hierauf und auf die als Folgeerscheinung auftretende Vegetationslosigkeit des Gebirges ist der fremdartige Eindruck der Landschaft in erster Linie zurückzuführen.

Die Flüsse haben bei einer Aufwölbung und Schrägstellung des Massivs ihre Richtung beibehalten. Sie entspringen ganz im Norden am Rande des Gebirges im archaischen Gestein, durchbrechen in den genannten schmalen und steilen Schluchten die Längsketten des Hauptzuges und treten dann in die Vorketten des Mac Donnell-Gebirges ein, das in der Hauptsache aus horizontal gelagerten Sandsteinen besteht. Der Finke-River bildet in der Krichauff-Kette eingesenkte Mäander.

Ein Hauptproblem liegt in der Frage des Aufbaues des Gebirges. Nach den Untersuchungen des Vortragenden sind anstatt der bisher bekannten zwei, nämlich der archäischen Gesteine im Norden der eigentlichen Kette und des Ordovicium, das sowohl die Haupt- wie die Nebenketten zusammensetzen soll, drei getrennte Schichtenserien zu unterscheiden. Bei der Hauptkette handelt es sich wahrscheinlich um Gesteine kambrischen bis untersilurischen Alters. Während nämlich Charles Chewings im Osten südlich des Mt. Benstead Cryptozoon gefunden hat, ist es dem Vortragenden gelungen, im Westen südlich der Glen Helen-Schlucht Cruciana (d'Orbigny), jedenfalls die Kriechspur einer Crustacee, zu entdecken. Neben den mächtigeren Lagen von Quarzit treten wechsellagernd Quarzite bzw. quarzitische Sandsteine mit Dolomiten auf, was auf Flachseebildungen schließen läßt.

Wichtig ist es nun, daß die horizontalen Sandsteine der südlichen Vorketten zweifellos einer anderen Schichtenserie angehören. Es liegt eine Diskordanz vor, die an mehreren Stellen nachweisbar ist. Die ältere Schichtenserie ist außerordentlich stark gefaltet, ein Vorgang, der mit unserer kaledonischen Faltung verglichen werden kann. Die horizontalen Sandsteine sind davon nicht ergriffen, sie dürften bei ihrer vollständig andersartigen petrographischen Beschaffenheit dem Devon angehören. Fossilien sind noch nicht in ihm gefunden worden. Eine weitere Stütze seiner Anschauung sieht der Vortragende in dem Vorkommen von fest verkieselten Konglomeraten die am Südrande der Hauptketten auftreten, also am Rande der Missionsebene, welche diese Ketten von der Krichaufkette trennt. Sie liegen diskordant auf den ordovizischen steil gefalteten Schichten und setzen sich aus den Gesteinen dieser Gruppe zusammen. Die große Mächtigkeit dieser Konglomerate läßt darauf schließen, daß dieses alte Gebirge sehr stark abgetragen war, als die jüngeren Schichten sich darüber legten. Es sind späterhin keine gebirgsbildenden Kräfte mehr nachzuweisen.

Für die Ausgestaltung des Reliefs dürfte die Bildung des Eyre-Beckens nicht ohne ausschlaggebende Wirkung geblieben sein. In der unteren Kreide trat eine Senkung ein, die eine große Transgression des Meeres zur Folge hatte; die Rolling Downs-Formation, die ganz Queensland bedeckte, bildete sich. Die Senkung hielt an, so daß man noch in der oberen Kreide mit einer Hebung von Zentral-Australien rechnen kann. Nicht ausgeschlossen ist es, daß bereits früher Krustenbewegungen ähnliche Wirkungen, Belebungen der Erosion, verursacht haben, wie im Permo-Carbon. Die endgültige Ausgestaltung der heutigen Formen erfolgte nach der Ausbildung der großen Fastebene, die im Miocän — wie man jetzt glaubt — über ganz Australien verbreitet war und die von einer Hartkruste bedeckt wurde, von der vor allem südlich der Mac Donnell-Kette in Tafelbergen und Inselbergen Reste mit einer Silicatkappe vorhanden sind. Diese Silicatkappe ist in Resten nach auf den Vorketten des Mac Donnell-Gebirges erhalten, nicht aber auf der Hauptkette. W. G.

Deutsche Meteorologische Gesellschaft
(Berliner Zweigverein).

Am Dienstag, dem 8. November 1927, sprach Herr Prof. Dr. Nippoldt über das Thema: **Die Verteilung des Erdmagnetismus und seiner örtlichen Störungen in Europa.** Eine Zusammenfassung aller neueren magnetischen Aufnahmen von Europa zu einem einheitlichen Bild war das Ziel, das sich der Vortragende gesteckt hatte. Solche Aufnahmen bestehen seit etwa 100 Jahren, sind aber nicht nach einem einheitlichen Plan ausgeführt worden und machen außerdem an den jeweiligen Landesgrenzen Halt. Zur Verfügung standen über 7000 Messungen. Sie wurden zunächst auf die gleiche Periode 1921,0 reduziert, außerdem wurden alle Aufnahmen auf gleichen Grundwert, den „Internationalen Magnetischen Standart", zurückgeführt, um die Verschiedenheit der Basiswerte der einzelnen Observatorien auszuschalten. Nach diesen vorbereitenden Arbeiten entstanden die Karten der Deklination, Inklination, Horizontalintensität und Vertikalintensität. Aus der Verteilung der Vertikalintensität wurden dann die Anteile eliminiert, die von dem Gesamtfeld der Erde und den regionalen Störungsfeldern herrühren, und es gelang auf diese Weise die magnetischen Verhältnisse festzulegen, die durch den geologischen Bau der Erdrinde bedingt sind. Auf diese Weise wurde die Störung der Vertikalintensität ermittelt und ihre Verteilung über Europa in einer Karte dargestellt.

Das Verteilungsbild der Deklination ist sehr unruhig. In dem im allgemeinen nordsüdlichen Verlauf der Isogonen machen sich die Störungen sehr bemerkbar und können in den großen Störungsgebieten sogar geschlossene Kurven hervorbringen. Die höchsten Werte der Deklination liegen in Westirland mit rund 20° westlicher Abweichung, und auf dem gleichen Breitengrad unter 30° östl. Länge beträgt die Deklination in östlicher Abweichung 2°. Dies entspricht in dieser Breite im Mittel einer Abnahme von 33′ für jeden Längengrad. Unter 35° Breite beträgt der entsprechende Wert nur 24′.

Die Isodynamen der Horizontalintensität verlaufen ruhiger als die Isogonen. Ihre mittlere Richtung ist WSW-ENE. Im Westen Europas nimmt die Horizontalintensität von N nach S für jeden Grad um 430 γ, im Osten des noch behandelten Gebietes um 435 γ zu.

Bei den Isodynamen der Vertikalintensität ist die allgemeine Richtung die gleiche wie bei der Horizontal-

intensität. Bei beiden treten Störungsgebiete über Fennoskandien, Podolien-Bessarabien, den Hebriden und der deutschen Ostseeküste auf. Bei der Vertikalintensität zeigen sich daneben Störungen über den Alpen in Holland, der Bretagne u. a. m. Die Abnahme von Norden nach Süden für jeden Grad beträgt im Westen rund 560 γ, im Osten 517 γ.

Die Störungskarte zeigt ein sehr unregelmäßiges Bild, entsprechend der Unregelmäßigkeit der Verteilung magnetisierter Massen in den oberen Erdschichten. Es lassen sich 3 Arten von Störungen unterscheiden:

1. Störungen im Gebiete der krystallinen Gesteine. Die Störungen in Finnland und Südschweden sind an erster Stelle hierher zu rechnen. Auch dort, wo das krystalline Gestein in nicht zu großer Tiefe liegt, bewirkt es noch Anomalien, wie in Ostpreußen, in der Walachei, in Rumänien, Bessarabien und an anderen Orten.

2. Störungen, die sich an eruptive Gesteine anlehnen. Größere Störungen dieser Art liegen bei den Hebriden und in der Auvergne. Wegen der lokal sehr begrenzten Ausdehnung eruptiver Gesteine wird diese Gruppe der Störungen vollständig nur durch Karten größeren Maßstabes zu erfassen sein.

3. Störungen, die sich an die tertiären Gebirgszüge anschließen. Hierher gehören die Anomalien über der Sierra Nevada, den Pyrenäen, den Karpathen und vor allem das große zusammenhängende Störungsgebiet, das die ganzen Alpen, das Balkangebirgssystem, die transsylvanischen Alpen und die Sudeten überzieht. Auch hier erscheint das stark vorwiegende krystalline Gestein der Träger der Störung zu sein.

Schließlich wurde versucht, Beziehungen zwischen den Anomalien des Erdmagnetismus und denen der Schwerebeschleunigung herbeizuführen. Als Unterlage diente die Kossmatsche Karte der Verteilung der Schwerestörung in Mitteleuropa. Der Vergleich ergab, daß das Hauptstörungssystem der Schwere in Mitteleuropa, nämlich das über den Alpen, mit einem magnetischen Störungssystem zusammenfällt. Andererseits sind aber viele, teilweise sogar starke magnetische Störungsgebiete vorhanden, ohne daß eine Schwerestörung nachzuweisen ist.

Die besprochenen magnetischen Karten von Europa sind im Heft 11 des VIII. Bandes der Abhandlungen des Preußischen Meteorologischen Institutes in Berlin veröffentlicht worden.

In der Sitzung am 13. Dezember 1927 berichtete Herr Prof. Dr. Reger **Über die meteorologischen Arbeiten der Meteor-Expedition,** die er im Verein mit Herrn Dr. Kuhlbrodt in der Zeit vom April 1925 bis Mai 1927 im Südatlantik ausgeführt hat. Die Meteor-Expedition war nach dem von A. Merz aufgestellten Plan eine hydrographische Expedition, und deshalb stand auch das hydrographische Programm im Mittelpunkt der Arbeiten. Die meteorologischen Arbeiten mußten diesem angepaßt werden. Immerhin erwies sich das Abfahren der west-östlich verlaufenden Profile auch für die Passatforschung als sehr vorteilhaft.

Die Beobachtungen erstreckten sich neben den Terminbeobachtungen um 7, 14 und 21 Uhr zunächst auf eine fortlaufende Aufzeichnung der Hauptelemente: Luftdruck, Temperatur und Feuchtigkeit. Eine elektrische Fernthermometeranlage mit Aufnahmekörpern an den Bug- und Heckflaggenstöcken, an der Spitze des Fockmastes und in der Thermometerhütte auf dem Dach des Kartenhauses gaben ein Material, das stets mindestens an einer Stelle dem Schiffseinfluß entrückte Werte lieferte und daneben auch die Unterlagen für das Studium der Temperaturschichtung über dem Wasser gab. Ergänzt wurden die Parallel-Temperaturaufzeichnungen durch eine Anemometeranlage mit Schalenkreuzen an den beiden Flaggenstöcken und auf der Spitze des Fockmastes in 31 m Höhe. Der Niederschlag wurde mit einem Hellmanschen Regenmesser aufgezeichnet, doch machten sich bei der Regenmessung besonders die nicht einwandfreien Aufstellungsmöglichkeiten an Bord sehr störend bemerkbar. Zur Messung der Strahlung, sowohl der Ein- als auch Ausstrahlung, waren die zur Zeit vorhandenen besten Instrumente mitgenommen worden; es gelang aber nicht, die an Bord eines fahrenden Schiffes vorhandenen Schwierigkeiten zu überwinden, und so konnten nur einige Beobachtungsreihen gewonnen werden.

Der Schwerpunkt der meteorologischen Arbeiten lag in den Beobachtungen zur Erforschung der höheren Luftschichten. In erster Linie dienten dazu die Pilotballonaufstiege. Bei ihnen wurde mit dem für den Gebrauch an Bord besonders eingerichteten Spiegeltheodolithen gearbeitet, der es gestattet, den Höhenwinkel stets von der Kimm aus zu nehmen. Die Aufstiegsgeschwindigkeit der Ballone wurde mit einem Entfernungsmesser bestimmt. Für die großen Ballone ergaben sich dabei gewisse Abweichungen gegenüber den bisher angenommenen Werten. Ein sog. „Windschießgerät", das mit Hilfe von Rauchmunition Wolken in bestimmte Höhen legte, die dann anvisiert werden konnten, wurde nur zu Anfang der Expedition benutzt, da die mit dem Schießen verbundenen Erschütterungen auf andere feine Meßgeräte zu sehr störend einwirkten. Die daneben zur Erforschung der Temperatur und Feuchtigkeit ausgeführten Drachenaufstiege stießen zwar auch auf die mit dem Schiff verbundenen Schwierigkeiten, konnten aber doch auf allen Profilen durchgeführt werden. Benutzt wurden die sog. Schirmdrachen. Drachenaufstiege wurden vor allem auf den Lotstationen vorgenommen. Registrierballonaufstiege die die Erreichung einer größeren Höhe gestattet haben würden, ließen sich dagegen nur in ganz geringem Umfange durchführen. Die Schiffsgeschwindigkeit war für die Verfolgung des abtreibenden Ballons zu gering, auch führte minderwertiges Material ein vorzeitiges Platzen der Ballone herbei.

Insgesamt konnten 217 Drachen und 812 Pilotaufstiege ausgeführt werden. Die größte mit einem Piloten erreichte Höhe betrug 21 km. 64 Aufstiege überschritten die Höhe von 15 km. Die mittlere Höhe der Piloten lag in der Westwindzone bei 3—4 km, und stieg äquatorwärts auf 8—9 km. Die mittlere Höhe der Drachen betrug rund 2 km, nur im Kalmengürtel stieg sie auf über 3 km an.

Der Vortragende gab neben diesem Bericht über das Arbeitsprogramm einige Ausblicke auf die jetzt vorzunehmende Bearbeitung und streifte auch einige neue Anschauungen über die atmosphärische Zirkulation des Südatlantiks, wie sie sich jetzt schon nach einer ersten orientierenden Bearbeitung erkennen lassen. Der Kaltluftkörper des Südostpassats ist danach an seiner oberen Grenze durch eine Strato-Kumulus-Decke deutlich zu erkennen. Die Grenze steigt flach von der afrikanischen Küste nach Westen zu an, um dann an der amerikanischen Küste steil abzufallen. Charakteristisch ist auch die überadiabatische Temperaturabnahme am Boden des Passats bis zu 700 m.

Jedenfalls hat die Meteor-Expedition auch in meteorologischer Beziehung ein bisher einzigartiges Beobachtungsmaterial mitgebracht, das uns sicher über die Meteorologie des Südatlantik neue wertvolle Aufschlüsse geben wird. Kn.

Herausgeber und verantwortlicher Schriftleiter: Dr.-Ing. e. h. DR. ARNOLD BERLINER, Berlin W 9.
Verlag von Julius Springer in Berlin W 9. — Druck der Spamerschen Buchdruckerei in Leipzig.